MODE D'EMPLOI

REALISATION D'UN MAILLAGE AVEC ICEM 4.08

Hervé Neau

Août 2000 Version 1.0

SOMMAIRE

1 : INTRODUCTION 2

2 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 2

3 : INSTALLATION D'ICEM 4.08 3

4 : LANCEMENT D'ICEM 4.08 3

5 : CRÉATION / SÉLECTION D'UN CAS DE CALCUL 5

6 : CREATION DE LA GÉOMETRIE : DDN 5

6.1 : LANCEMENT DE DDN 5
6.2 : LE MODELEUR DDN (CF. FIGURE 5) 7
6.2.1 : Utilisation de la souris 7
6.2.2 : Boutons utiles 8
6.2.3 : Saisie des points 10
6.2.4 : Saisie des droites 12
6.2.5 : Saisie des surfaces 13
6.2.6 : Saisie du point « domaine » 15
6.2.7 : Sauvegarde de la géométrie 15

7 : L'INTERFACE DDN => TETIN 16

7.1 : LANCEMENT DE DDN => TETIN 16
7.2 : CRÉATION DES FAMILLES 17
7.3 : ASSOCIATION DES ÉLÉMENTS AUX CONDITIONS AUX LIMITES 18
7.4 : DÉFINITION DU DOMAINE « *FLUID* » 19
7.5 : VÉRIFICATION DES ASSOCIATIONS 20
7.6 : SAUVEGARDE 20

8 : LE MAILLEUR : HEXA 21

8.1. BLOCKING 22
8.2. ASSOCIATION BLOCS / MATÉRIAUX 24
8.3. PROJECTION DES DROITES DES BLOCS SUR LES LIGNES DE LA GÉOMÉTRIE 25
8.4. DÉPLACEMENT DES SOMMETS 26
8.5. PARAMÉTRISATION DU MAILLAGE 27
8.6. CRÉATION DU MAILLAGE 28
8.7. SAUVEGARDE DU MAILLAGE 29

9. EXPORTATION DU MAILLAGE VERS FLUENT 30

9.1. RETOUR SOUS ICEM 30
9.2. CHOIX DU SOLVEUR 31
9.3. DÉFINITION DES CONDITIONS AUX LIMITES 31
9.4. SAUVEGARDE AU FORMAT FLUENT 33

10. UTILISATION DU MAILLAGE SOUS FLUENT V5 34

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Fenêtre principale d'Icem 4.08 ____ 4
Figure 2: Fenêtres annexes d'Icem 4.08 ____ 4
Figure 3: Lancement de DDN ____ 5
Figure 4: Sélection de la géométrie ____ 6
Figure 5: Fenêtre de travail de DDN ____ 6
Figure 6: Bouton "Point" ____ 10
Figure 7: Saisie des coordonnées d'un point ____ 11
Figure 8: Visualisation des points ____ 11
Figure 9: Bouton "Droite" ____ 12
Figure 10: Visualisation des droites ____ 12
Figure 11: Boutons "Surface" ____ 13
Figure 12: Visualisation d'une surface ____ 14
Figure 13: Visualisation des surfaces ____ 14
Figure 14: Point "domaine" ____ 15
Figure 15: Sauvegarde de la géométrie sous DDN ____ 15
Figure 16: Lancement de DDN => Tetin ____ 16
Figure 17: Sélection de la géométrie ____ 16
Figure 18: Fenêtre de travail de DDN => Tetin ____ 17
Figure 19: Menu famille ____ 17
Figure 20: Listing des familles ____ 18
Figure 21: Création du domaine "FLUID" ____ 20
Figure 22: Listing des associations ____ 20
Figure 23: Choix de la géométrie à mailler ____ 21
Figure 24: Géométrie prête à mailler ____ 21
Figure 25: Lancement du mailleur Hexa ____ 22
Figure 26: "Blocking" ____ 22
Figure 27: Visualisation des arêtes du cube ____ 23
Figure 28: Exemple de "blocking" à 4 blocs ____ 23
Figure 29: Association blocs / matériaux ____ 24
Figure 30: Domaine de type "FLUID" ____ 24
Figure 31: Exemple de volume orphelin ____ 25
Figure 32: Projection des droites sur les courbes ____ 25
Figure 33: Exemple de déplacement des "vertex" pour un maillage 2D ____ 26
Figure 34: Paramétrisation du maillage ____ 27
Figure 35: Visualisation du maillage ____ 28
Figure 36: Sauvegarde d'un maillage non structuré ____ 29
Figure 37: Sauvegarde des paramètres ____ 29
Figure 38: Fenêtre "Selection" ____ 30
Figure 39: Visualisation du maillage sous Icem ____ 30
Figure 40: Menu "Output" ____ 31
Figure 41: Choix du solveur ____ 31
Figure 42: Détermination des conditions aux limites ____ 32
Figure 43: Choix du domaine ____ 33
Figure 44: Sauvegarde au format Fluent V5 ____ 33
Figure 45: Lecture du maillage de l'éolienne sous Fluent ____ 34

1 : INTRODUCTION

Icem est un mailleur commercial ouvert (par opposition à limité à seul code de calcul. Il peut lire des géométries venant des logiciels de CAO classiques : Autocad, Nastran, etc., ou générer lui-même ses géométries. Icem sauvegarde les maillages soit aux formats des codes classiques de mécanique des fluides (Fluent, Star CD, …) et de mécanique du solide (Nastran, Patran, …), soit dans des formats définis par l'utilisateur lui-même par le biais de routines en Fortran ou C.

Par rapport à la concurrence, Icem est un mailleur très puissant en terme de génération de géométries complexes et d'optimisation de maillage. La contre partie de cette puissance vient de la complexité de l'outil (il existe de multiples options) et d'une convivialité perfectible.

Icem génère des maillages 2D ou 3D structurés ou non structurés à base d'hexaèdres et prismes, de tétraèdres, …

En résumé, Icem est pour la mécanique des fluides un des mailleurs les plus performants mais il nécessite un investissement en temps conséquent.

2 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

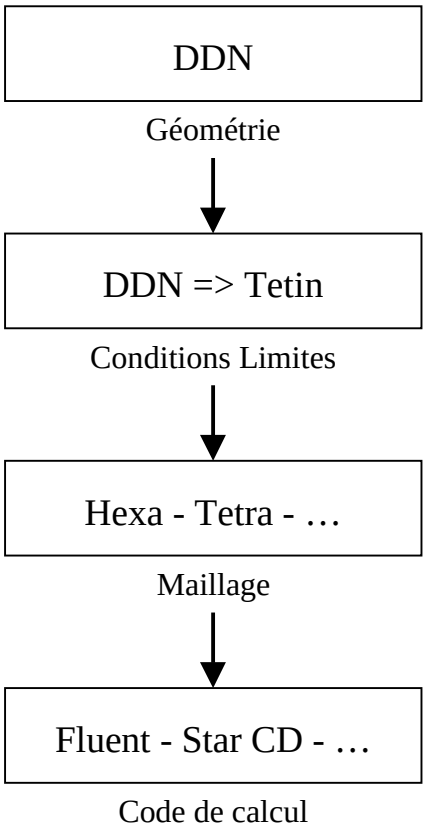
Icem est divisé en 3 parties :

- le modeleur : **DDN**
- l'interface : **DDN => Tetin**
- le mailleur : **Hexa, Tetra,…**

DDN permet de définir la géométrie (points, lignes, surfaces). Son utilisation est semblable à celle d'un logiciel de CAO.

DDN => Tetin permet de définir des « **familles** » de lignes ou de surfaces qui correspondront aux conditions aux limites. A ces « **familles** » sont associées les différents éléments de la géométrie (points courbes, surfaces, …). DDN => Tetin permet de générer un fichier « *.tin » utilisable directement par les différents mailleurs. Cet utilitaire sert donc d'interface entre CAO et maillage.

La géométrie ainsi créée est maillée dans un des mailleurs d'Icem : Hexa pour un maillage hexaédrique, Tetra pour un maillage tétraédrique,…



Le maillage peut alors être exporté vers un code de calcul.

3 : INSTALLATION D'ICEM 4.08

Pour l'installation proprement dite d'Icem 4.08 sur votre station de travail, adressez-vous au **Service Informatique**.

Icem installé, vous devez positionner des variables d'environnement. Un script permet de faire cela de façon automatique.

Pour ce faire, dans le fichier « ***.cshrc*** » qui se trouve sous votre répertoire racine, rajouter à la fin du fichier la ligne :

source /etc/util_icem.csh

```
#source /etc/util_latex.csh
#source /etc/util_ensight
source /etc/util_estet3.4.csh
source /etc/util_icem.csh
```

Pour prendre en compte cette modification, exécutez : **source .cshrc**
Lorsque vous vous reconnecterez, ceci sera effectué automatiquement. Le **source .cshrc** n'est a exécuter que la première fois.

4 : LANCEMENT D'ICEM 4.08

- Pour lancer Icem, créez un répertoire Icem : **mkdir Maillage_Icem**
- Placez vous dans ce répertoire : **cd Maillage_Icem**
- Exécutez Icem : **icemcfd &**

La figure 1 correspond à la fenêtre principale qui apparaît à l'écran.

Cette fenêtre permet d'exécuter tous les programmes nécessaires à la création de la géométrie, à la définition des conditions aux limites, à la génération du maillage, et à la sauvegarde du maillage dans le format choisi.

Elle est accompagnée de 2 fenêtres (cf. figure 2), l'une affichant les messages envoyés par Icem, l'autre permettant de modifier l'affichage de la géométrie ou du maillage dans la fenêtre (après DDN => Tetin).

NB :

Ce mode d'emploi d'Icem va s'appuyer sur un exemple très simple permettant de réaliser rapidement un maillage complet d'une géométrie.

L'exemple choisi est un cube de côté 1m, dont une face sera l'entrée, la face opposée la sortie et les autres faces des parois.

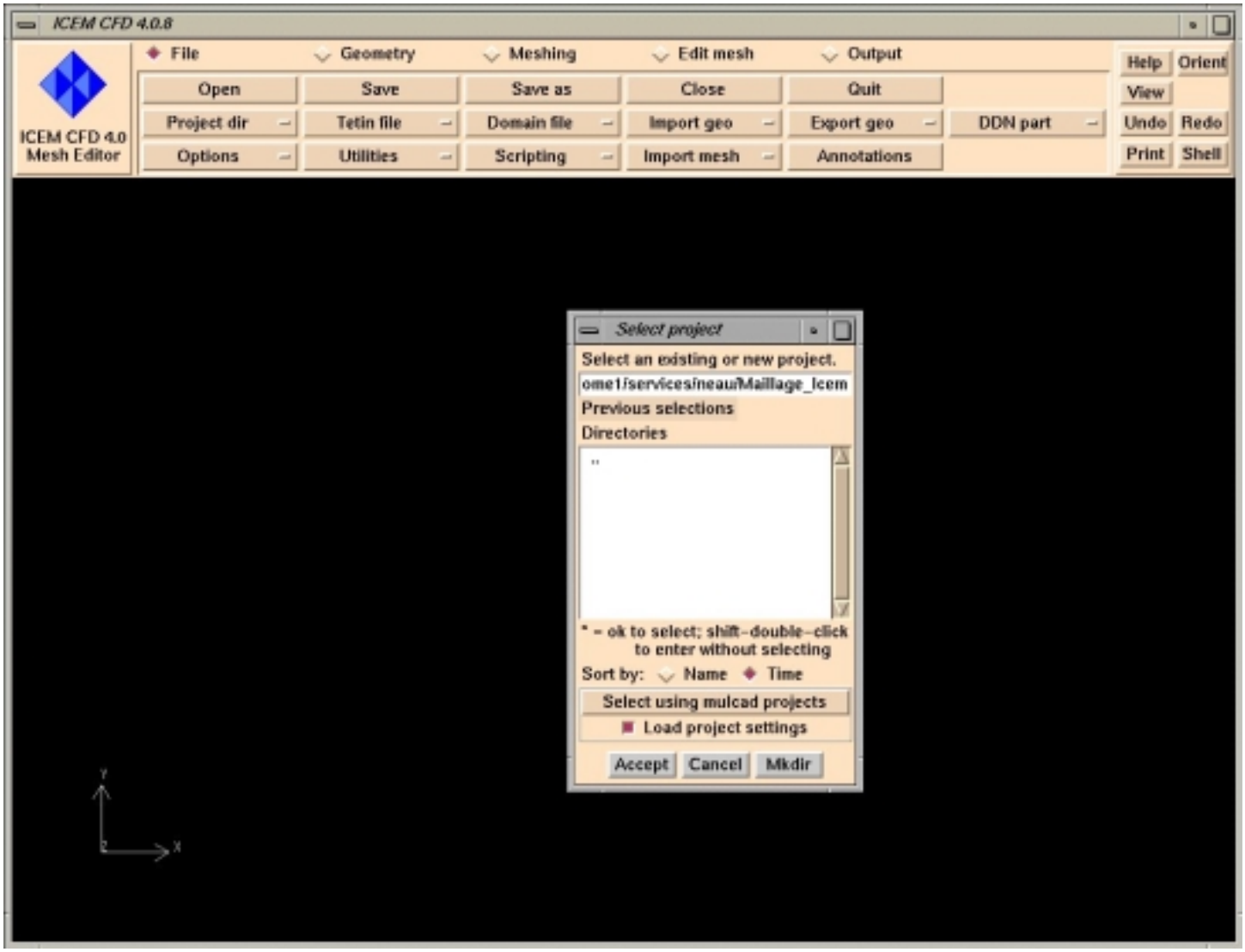


Figure 1: Fenêtre principale d'Icem 4.08

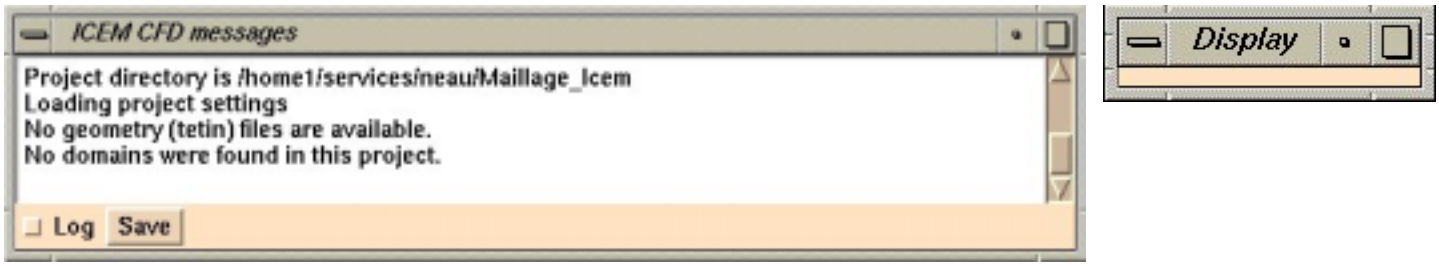


Figure 2: Fenêtres annexes d'Icem 4.08

5 : CREATION / SELECTION D'UN CAS DE CALCUL

Au centre de la figure 1, une fenêtre intitulée « ***Select project*** » permet :

- de créer un nouveau projet (sélectionnez le répertoire « ***Maillage_Icem*** » et cliquez sur « ***Accept*** »
- de reprendre un projet existant (sélectionnez le répertoire contenant votre projet et cliquez sur « ***Accept*** »

NB :

Lors de la création d'un nouveau projet, les sous-répertoires : « domains », « import », « mesh », « parts », « transfer », ainsi que les fichiers « project_lock » et « project_settings » sont créés automatiquement dans le répertoire « *Maillage_Icem* »

6 : CREATION DE LA GEOMETRIE : DDN

6.1 : Lancement de DDN

Pour définir la géométrie du cas de calcul, il faut utiliser le modeleur Icem CFD DDN.

Pour exécuter DDN, dans la fenêtre principale d'Icem (cf. figure 3):

- sélectionnez « ***Geometry*** »
- choisissez « ***DDN*** » dans le sous-menu « ***DDN tools*** »

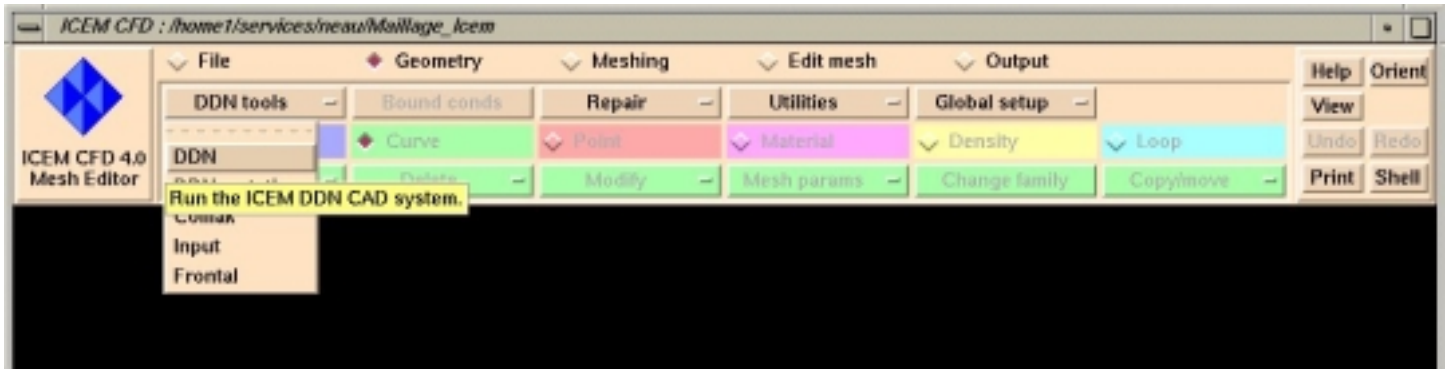


Figure 3: Lancement de DDN

Dans la fenêtre « ***Select ddn part*** », vous pouvez :

- sélectionner une « ***part*** » existante, i.e. une géométrie existante (choisissez la géométrie et cliquez sur « ***Accept*** »)

- créer une nouvelle géométrie (cf. figure 4) :
  - dans la rubrique « ***Part*** », tapez le nom de la part (ici « ***Exemple*** »)
  - cliquez sur « ***Accept*** »

Ceci lance Icem CFD DDN. Après quelques secondes, la fenêtre de travail de DDN apparaît en plein écran (cf. figure 5)

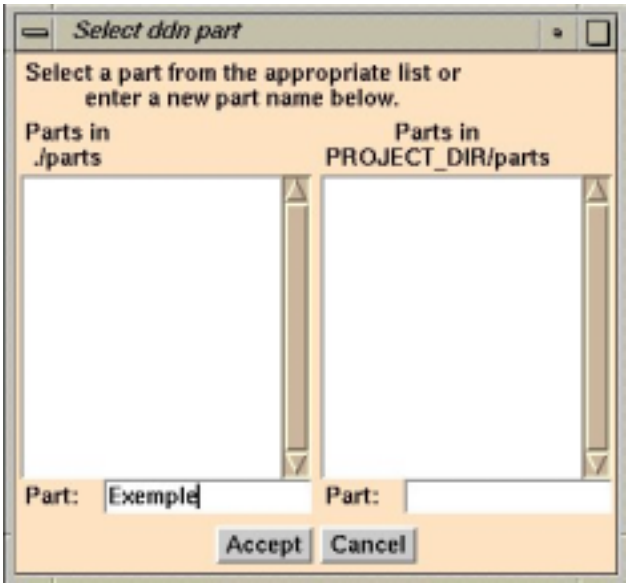


Figure 4: Sélection de la géométrie

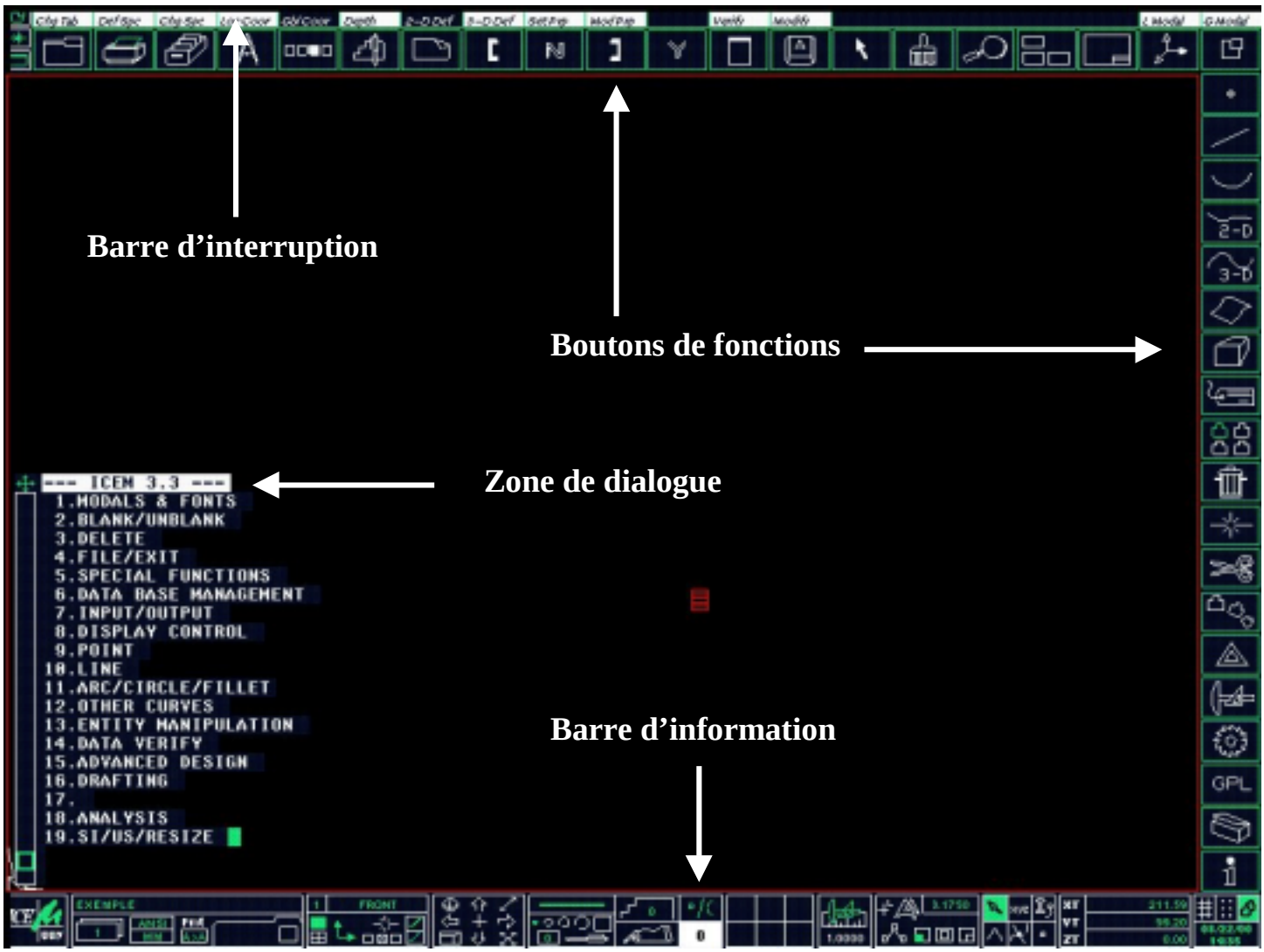


Figure 5: Fenêtre de travail de DDN

6.2 : Le modeleur DDN (cf. figure 5)

6.2.1 : Utilisation de la souris

Sous DDN, il existe 2 modes dans lesquels les fonctions de la souris sont différentes :

- le mode sélection (mode par défaut) qui permet de sélectionner les commandes
- le mode dynamique qui permet de modifier la visualisation de la géométrie (translation, rotation, zoom)

- **Fonctions des boutons de la souris en mode sélection :**

BOUTON DE LA SOURIS	FONCTIONS
Gauche	**Sélection des commandes** au niveau des boutons, des barres et de la zone de dialogue
Milieu	**Validation / Annulation d'une commande** : - Cliquer sur le bouton du milieu, maintenir appuyé, tout en déplaçant la souris vers la droite permet de valider une commande (équivalent à la touche « **]** » du clavier) - Cliquer sur le bouton du milieu, maintenir appuyé, tout en déplaçant la souris vers la gauche permet d'annuler une commande (équivalent à la touche « **[** » du clavier)
Droit	
Milieu & Droit ensemble **Milieu & Gauche ensemble**	**Passage en mode dynamique / Sélection**

En mode sélection, lorsque la zone de dialogue demande une validation ou annulation d'une commande, l'utilisation du bouton du milieu transforme le curseur de la souris en « **]** » ou en « **[** ».

- **Fonctions des boutons de la souris en mode dynamique :**

Ce mode dynamique est caractérisé par un repère vert dans la fenêtre de travail. On passe d'un mode à l'autre soit via la souris, soit en utilisant la touche « **F9** », soit en cliquant sur la sphère de la barre d'information.

Toutes les opérations visuelles ont comme point de référence le centre du repère vert de la fenêtre de travail de DDN.

BOUTON DE LA SOURIS	FONCTIONS
Gauche	**Rotation de la géométrie** Cliquer sur le bouton gauche et maintenir appuyé en déplaçant la souris
Milieu	**Translation de la géométrie** Cliquer sur le bouton du milieu et maintenir appuyé tout en déplaçant la souris
Droit	**Zoom / Dézoom de la géométrie** Cliquer sur le bouton droit et maintenir appuyé tout en déplaçant la souris vers le haut pour un zoom et vers le bas pour un dézoom
Milieu & Droit ensemble **Milieu & Gauche ensemble**	**Passage en mode dynamique / Sélection**

6.2.2 : Boutons utiles

- Bouton « Recentrage » :

  Ce bouton de la barre d'information recentre et remet à pleine échelle la totalité des points de la géométrie.

- Bouton « Poubelle » :

  Ce bouton (en haut à droite) permet de détruire des éléments (points, lignes, surfaces, …) de votre géométrie.

  Le sous-menu qui apparaît après avoir cliqué sur le bouton « Poubelle » permet de détruire des éléments de façon sélective. Le bouton « Flèche » (cf. ci-contre) permet de choisir les éléments à la souris. Le bouton en-dessous permet de tout détruire dans une zone délimitée à la souris. Le cadre « ***Contraints*** » contient des boutons permettant de détruire certains types d'éléments (par exemple que les points, …)

- Bouton « ? » :
  Le bouton « ? » permet d'avoir des informations sur les fonctions des boutons.

- Bouton « i » :
  Cliquant sur ce bouton donne des informations sur les menus et sur les fonctionnalités de DDN

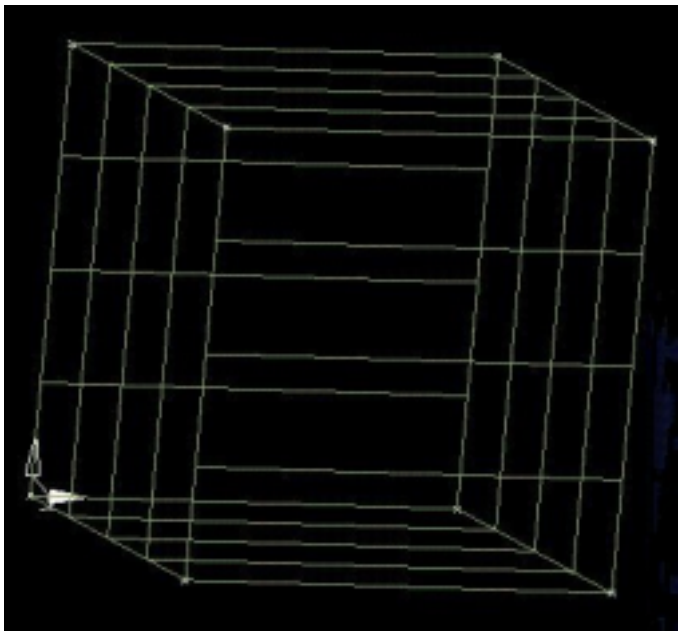
- Bouton « Blanchiment » :

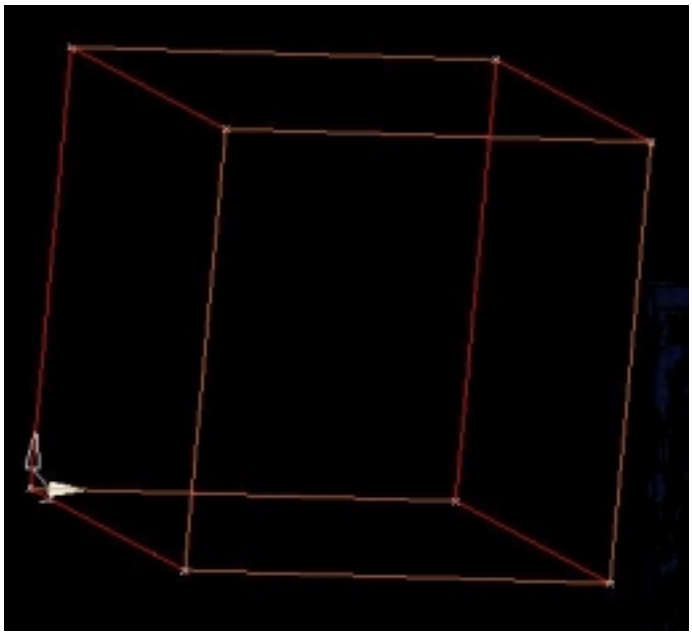
Le « Blanchiment » permet de visualiser ou de cacher les éléments d'une géométrie.

Une fois un élément créé, celui-ci peut masquer d'autres éléments à l'écran (une surface masque les lignes qui ont servi à la définir de son contours). Pour accéder aux éléments masqués, il faut blanchir l'élément visible.

- Cliquez sur le bouton « Blanchiment » (cf. ci-contre)
- Dans le sous-menu « ***Blank*** », choisissez un mode de sélection (cliquez, par exemple, sur le bouton flèche pour choisir à la souris l'élément à masquer)
- Sélectionnez le ou les éléments(s)
- Validez, réactualisez l'affichage, l'élément n'est plus visible

Dès que la géométrie est 3D ou complexe, cette fonction est très utile. La figure ci-dessous à gauche correspond à un cube lorsque l'on a défini les sommets (points), les arêtes (droites) et les surfaces (faces). Les arêtes ne sont plus visibles. Pour y accéder, il faut masquer les surfaces et réactualiser l'affichage (cf. figure de droite).
Le menu « ***Unblank*** » permet de faire l'opération inverse.





- Les boutons « undo » / « redo »

Ces boutons de la barre d'interruption permettent d'annuler ou de refaire les dernières commandes

6.2.3 : Saisie des points

Pour définir la géométrie, il faut commencer par créer les points qui vont servir de support aux droites, courbes, …

- Cliquez sur le bouton représenté par un point (en haut à droite de la fenêtre de travail de DDN)

- Cliquez sur « ***XYZ*** » pour entrer les coordonnées des points au clavier (cf. figure 6)

- Tapez les coordonnées des points dans la zone dialogue :

  - « ***xxx*** », touche « ***Entrée*** »

  - « ***yyy*** », touche « ***Entrée*** »

  - « ***zzz*** », touche « ***Entrée*** »

  - **Validez** à la souris ou au clavier « **]** »

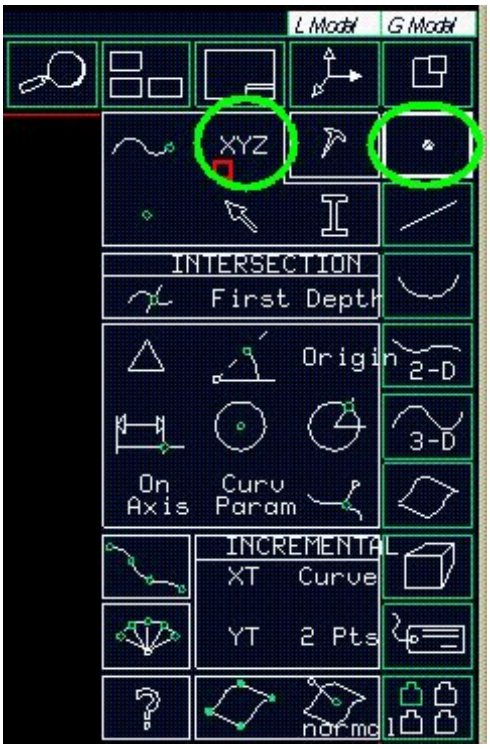


Figure 6: Bouton "Point"

Pour l'exemple du cube, il faut donc entrer les coordonnées de 8 points :

- Point 1 : {0.,0.,0.}
- Point 2 : {1.,0.,0.}
- Point 3 : {1.,1.,0.}
- Point 4 : {0.,1.,0.}
- Point 5 : {0.,0.,1.}
- Point 6 : {1.,0.,1.}
- Point 7 : {1.,1.,1.}
- Point 8 : {0.,1.,1.}

La figure 7 présente la saisie des coordonnées du point 2 et la validation de cette saisie (curseur de la souris « **]** »).

Une fois les coordonnées de tous les points saisies, une validation supplémentaire permet de sortir du menu « ***Point : Enter coordinates*** ».

NB :

Lors de la définition des coordonnées des points, il est très important de toujours les définir comme des réels, c'est-à-dire avec un « . ». En fonction des solveurs, un point de coordonnées {1, 1, 2} et un de coordonnées {1., 1., 2.} peuvent ne pas être compris de la même façon. Il faut toujours utiliser {1., 1., 2.}

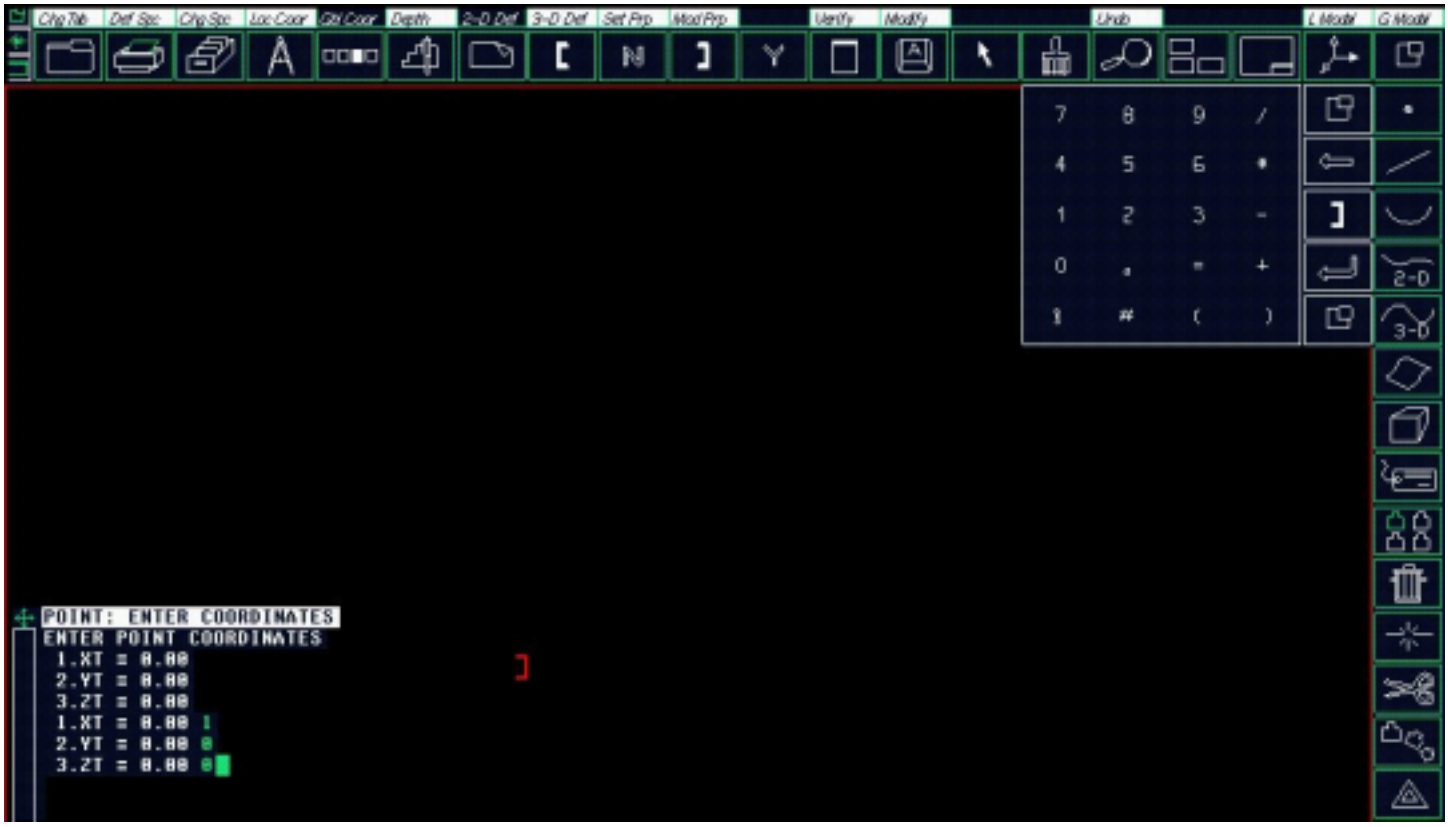


Figure 7: Saisie des coordonnées d'un point

En cliquant sur le bouton « recentrage », les points apparaissent (cf. figure 8 gauche). L'utilisation du mode dynamique (rotation à la souris) permet d'obtenir la figure 8 droite.

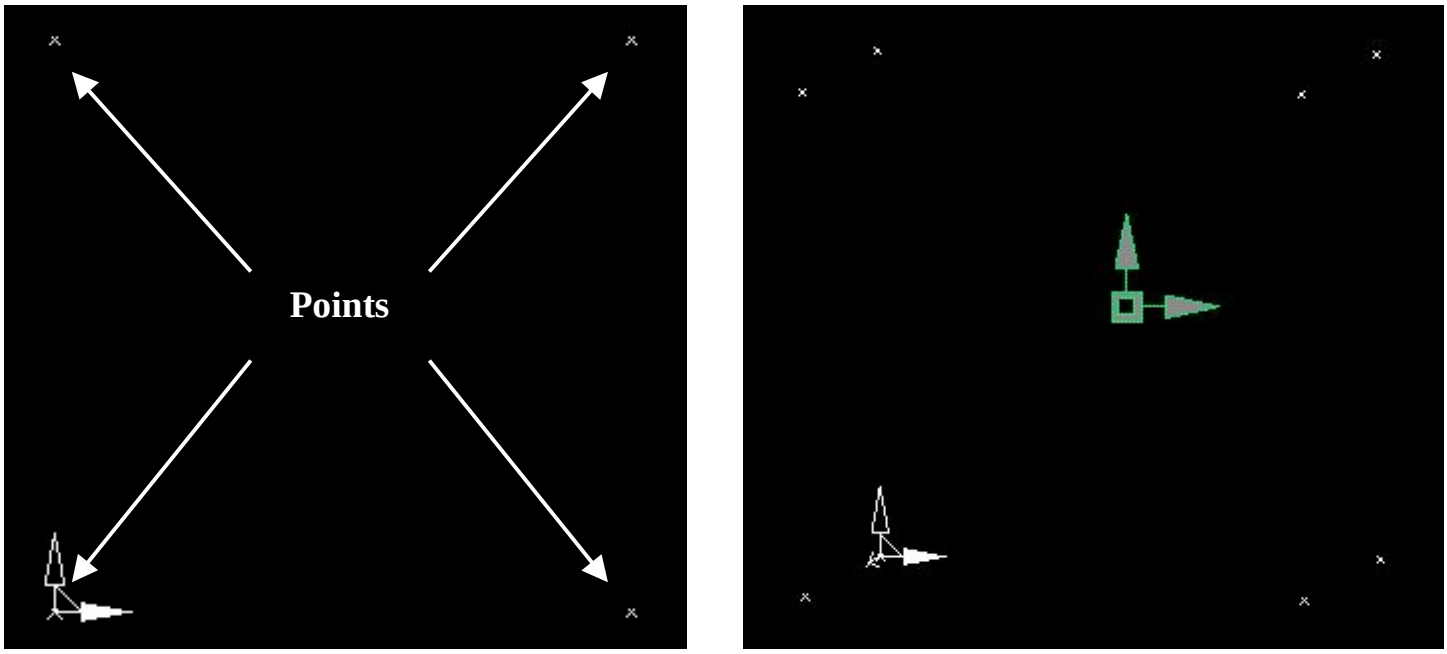


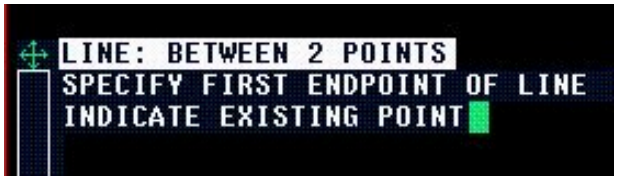
Figure 8: Visualisation des points

Les sommets du cube sont définis, il faut maintenant créer les droites qui relient ces points. Dans le cas général, les points peuvent servir à définir toutes les formes géométriques imaginables : courbes, arcs de cercle, cônes, …

6.2.4 : Saisie des droites

- Cliquez sur le bouton représenté par une droite (cf. figure 9)

- Cliquez sur le bouton représentant une droite délimité par 2 points, la zone de dialogue contient alors le texte de la figure ci-dessous



- Sélectionnez à la souris les 2 points qui vont constituer les extrémités de votre droite

- Validez, la première droite apparaît

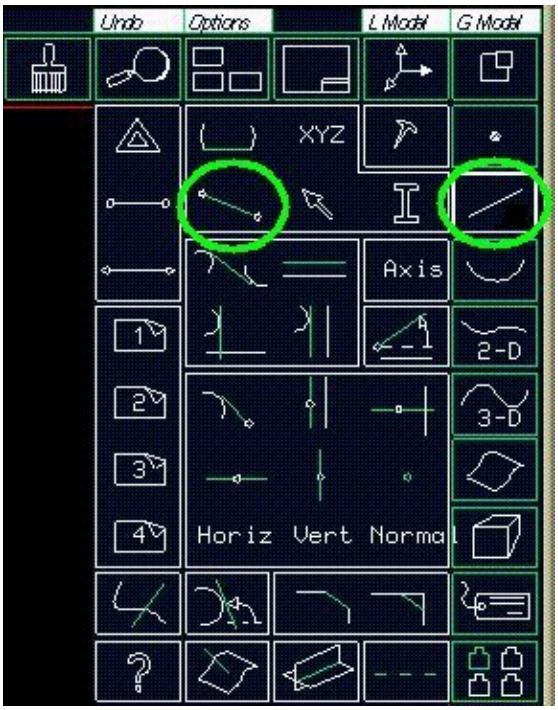


Figure 9: Bouton "Droite"

Pour l'exemple du cube, recommencez cette opération pour les 12 droites qui constituent les arêtes du cube.

Vous devez obtenir une visualisation du cube similaire à celle de la figure 10, à savoir les 8 points, les 12 droites et le repère sur l'origine.

NB :
Pour un maillage 2D, il n'est pas nécessaire de définir des surfaces, vous pouvez donc passer directement au paragraphe 6.2.6.

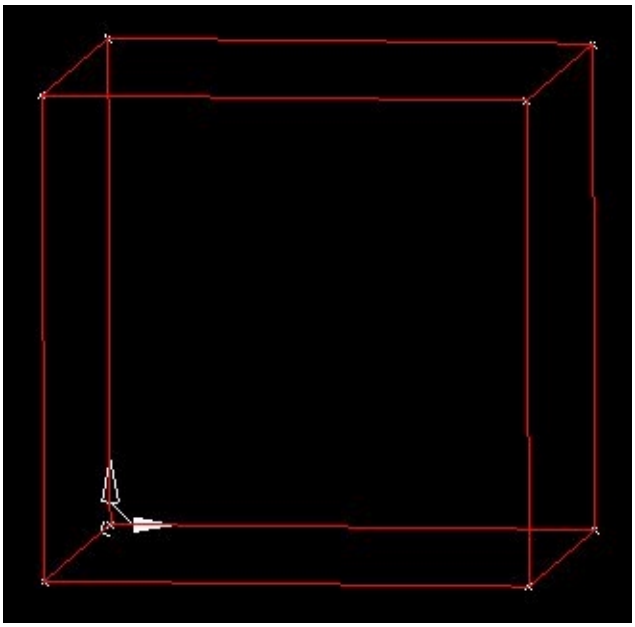


Figure 10: Visualisation des droites

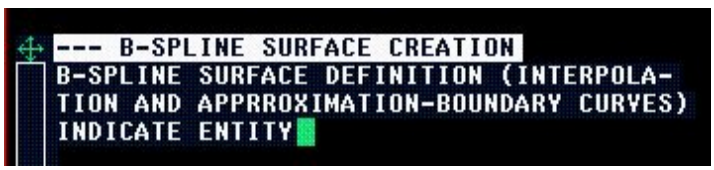
6.2.5 : Saisie des surfaces

Les droites ainsi définies et plus généralement les courbes vont servir de frontières aux surfaces (dans notre exemple, les surfaces sont les 6 faces du cube, chacune étant délimitée par 4 droites). Ces surfaces servent de support pour le maillage.

Figure 11: Boutons "Surface"

- Cliquez sur le bouton représentant une surface gauche (cf. figure 11 gauche)
- Cliquez sur le bouton représentant une surface gauche quadrillée (cf. figure 11 gauche)
- Cliquez sur le bouton en bas à gauche dans le cadre intitulé « ***Interpolation*** » (cf. figure 11 droite)

La zone de dialogue contient le message ci-contre. Celui-ci vous demande de sélectionner les entités constituant les frontières de chaque surface.



Pour l'exemple du cube, il faut cliquer sur les 4 arêtes de chaque face, et créer ainsi 6 surfaces.

Pour créer une surface correspondant à une face du cube, vous devez sélectionner les droites de façon à ce qu'elles soient consécutives. Le choix de la 1ère droite est libre, mais si l'on commence par la 1 (cf. figure 12), les seules combinaisons valables sont : {1,2,3,4} et {1,4,3,2}.

- Cliquez dans l'ordre sur les droites 1, 2 ,3 puis 4
- Validez à la souris
- La surface apparaît en vert

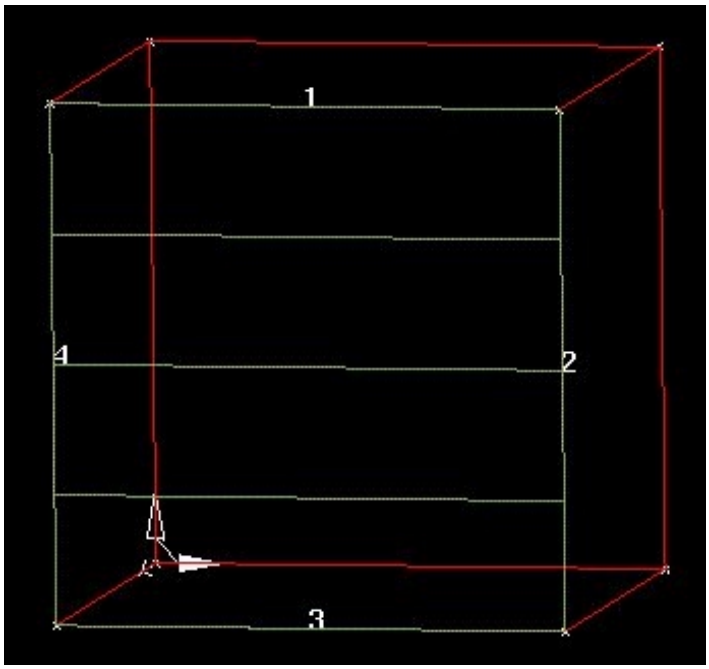


Figure 12: Visualisation d'une surface

- Renouvelez l'opération pour les 6 faces
- Vous devez obtenir un affichage semblable à celui de la figure 13

NB :

Si la surface apparaît vrillée au lieu d'apparaître comme sur la figure 13, annulez la commande (« ***undo*** ») et recommencez l'opération en veillant lors de la sélection des droites à toujours cliquer sur le même bout des droites (toujours du côté de la droite précédente ou toujours du côté de la droite suivante)

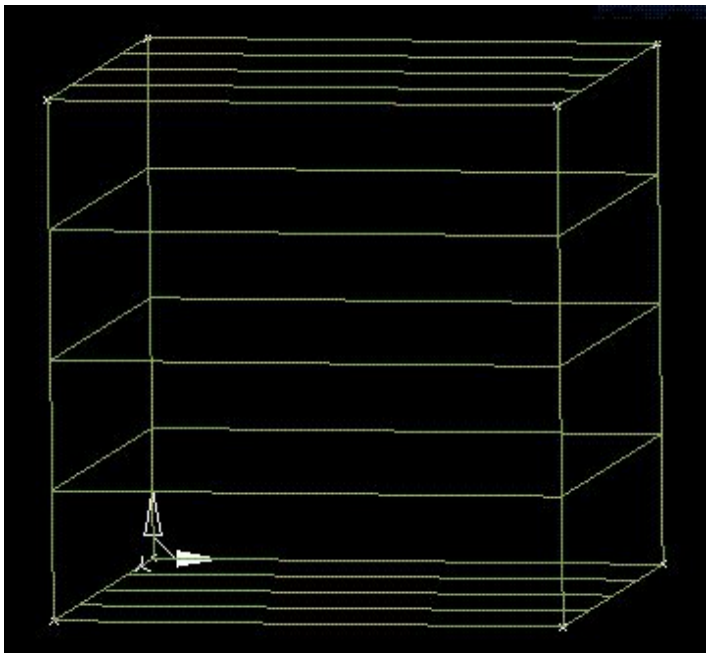


Figure 13: Visualisation des surfaces

6.2.6 : Saisie du point « domaine »

Pour qu'Icem sache s'il doit mailler l'intérieur ou l'extérieur d'une géométrie, il est nécessaire de créer **un point supplémentaire.**

Ce point ne doit respecter qu'une seule condition **: être à l'intérieur de la zone à mailler**, i.e. être inclus dans le domaine qui va contenir le fluide.

Dans le cas du cube (cf. figure 14), puisque le but est du mailler l'intérieur du cube, ce point doit être dans le cube. Il peut donc avoir comme coordonnées {0.5,0.5,0.5}.

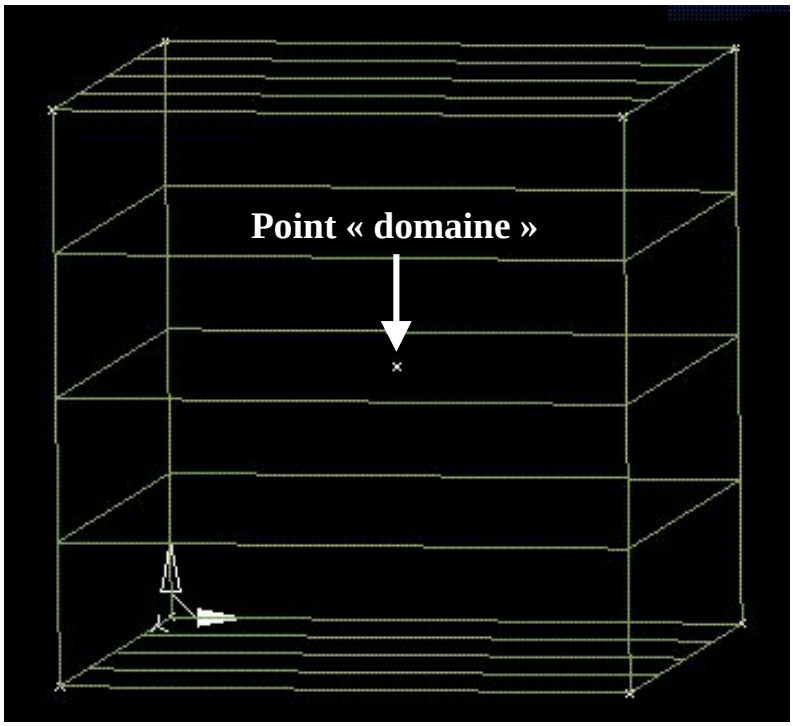


Figure 14: Point "domaine"

6.2.7 : Sauvegarde de la géométrie

Une fois la géométrie totalement définie, il ne reste qu'à la sauvegarder.

Dans la fenêtre de travail de DDN, sélectionnez en haut à gauche le **classeur**, puis dans la rubrique « ***SAVE*** », cliquez sur « ***Quit*** » (cf. figure 15).

Figure 15: Sauvegarde de la géométrie sous DDN

La fenêtre principale d'Icem réapparaît (cf. figure 1).

7 : L'INTERFACE DDN => TETIN

L'utilitaire DDN => Tetin permet de définir les conditions aux limites et de leur associer les éléments qui les constituent (points, courbes, surface, …)

7.1 : Lancement de DDN => Tetin

L'exécution de DDN => Tetin se fait dans la fenêtre principale d'Icem (cf. figure 16) :

- Sélectionnez « ***Geometry*** »
- Choisissez « ***DDN => tetin*** » dans le sous-menu « ***DDN tools*** »

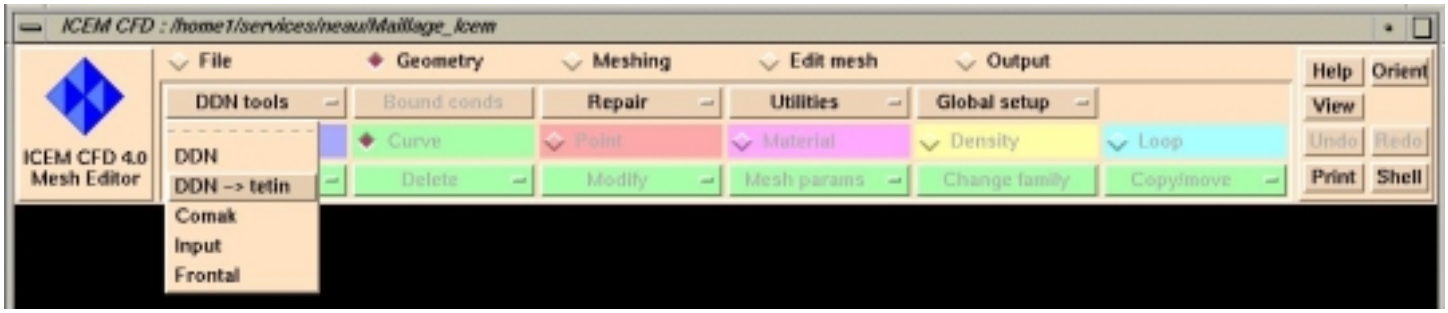


Figure 16: Lancement de DDN => Tetin

La fenêtre « ***Select ddn part*** » (cf. figure 17) permet de choisir la géométrie sur laquelle vous souhaitez définir les familles.

Pour continuer avec l'exemple du cube :

- Sélectionnez « ***Exemple*** »
- Cliquez sur « ***Accept*** »

Ceci exécute Icem CFD DDN => Tetin. Après quelques secondes, la fenêtre de travail de DDN => Tetin apparaît en plein écran.

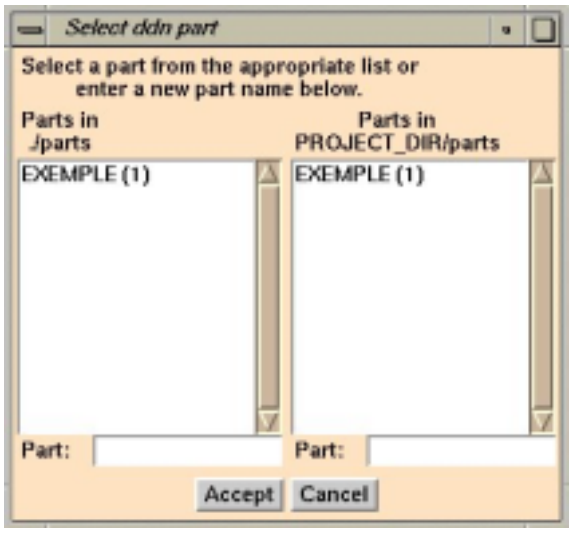


Figure 17: Sélection de la géométrie

Cette fenêtre est la même que celle de DDN, seul le texte dans la zone de dialogue est différent (cf. figure 18).

La définition des conditions aux limites se fait à l'aide de cette zone de dialogue.

NB :

DDN et DDN => Tetin sont étroitement liés. Depuis DDN => Tetin, on bascule en DDN dès que l'on touche un des boutons « fonction ». Pour revenir à DDN => Tetin, il faut cliquer sur le bouton « ***GPL*** » puis sur celui « ***Contin GPL*** » (cf. ci-contre).

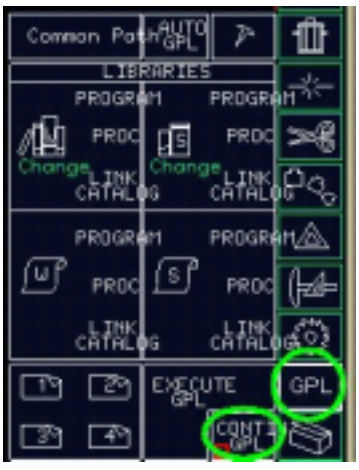


Figure 18: Fenêtre de travail de DDN => Tetin

NB :

Pour effectuer des maillages tétraédriques, il est nécessaire de définir une taille de référence des cellules pour les courbes et les surfaces. Dans le menu principal, cliquez sur « ***Modals*** », puis « ***Reference element size*** », vous pouvez alors choisir cette taille de référence.

7.2 : Création des familles

A chaque familles correspondra une condition limite. Pour créer les familles, il faut tout d'abord entrer leur nom : cliquez dans le menu « ***families*** » sur « ***family - add*** ».

Différents menus sont alors accessibles (cf. figure 19):

- 1 : Création une nouvelles condition aux limites
- 2 : Liste des conditions aux limites existantes
- 3 : Suppression d'une condition aux limites
- …

Figure 19: Menu famille

Nous allons créer 3 familles : **ENTREE, SORTIE, PAROIS**.

Une autre famille doit impérativement être crée : « ***FLUID*** **», elle correspond au domaine contenant le fluide.**

Après avoir cliqué sur « ***family - add*** » , il suffit de taper le nom de chaque famille sur de la touche « ***Entree*** » (cf. ci-contre). Après avoir saisi le nom de toutes les familles, une validation soit à la souris soit avec « **]** » permet de revenir au menu de la figure 18.

Dans le menu « ***families*** », en cliquant sur « ***family – list*** », vous obtiendrez la liste des familles créées ainsi que le nombre d'éléments qui leurs sont associés (cf. figure 20). On retrouve sur la figure 20, les 4 familles créées et aucun élément ne leur est associé.

4 family(ies)

name	n.srfs.	n.crvs.	n.p.pt.	n.m.pt.	n.prps.	dft.sz	level
FLUID	0	0	0	0	0	1	-1
SORTIE	0	0	0	0	0	1	-1
PAROI	0	0	0	0	0	1	-1
ENTREE	0	0	0	0	0	1	-1

Figure 20: Listing des familles

NB :

Pour utiliser le mailleur tétraédrique, il est nécessaire de définir **2 familles supplémentaires** pour que la géométrie soit parfaitement maillée :

- ***ARETES*** : contient toutes les droites ou courbes
- ***POINTS*** : contient tous les points

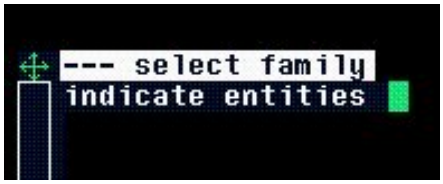
Ces deux familles assurent la présence d'un sommet d'un maille sur tous les points et le respect des contours de la géométrie par les mailles

7.3 : Association des éléments aux conditions aux limites

Dans le menu « ***families*** » (cf. figure 18), en cliquant sur « ***entity - add*** » (ou en tapant « ***7*** » au clavier), le menu ci-contre apparaît.

Pour associer à une condition aux limites les éléments qui la composent :

- Sélectionnez la famille choisie (en cliquant par exemple sur « ***ENTREE*** »)
- Sélectionnez à la souris tous les éléments correspondant à cette famille (point, droite, courbe, surface, …)
- Validez à la souris ou au clavier avec « **]** »



Une fois l'association des éléments aux différentes conditions aux limites effectuées, il reste à définir le domaine du domaine qui contient le fluide.

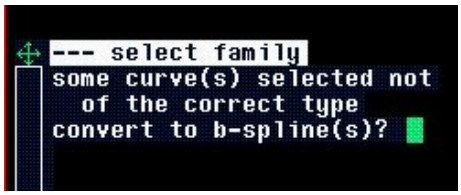
Dans le cas du cube, une solution simple est d'associer une surface (=face) à la famille « ENTREE », la face opposée à la famille « SORTIE », les 4 autres faces, toutes les droites et tout les points sauf le point « domaine » à la famille « ***PAROI*** ».

NB :

- Commencez par la famille ENTREE. Associez une surface
- Associez ensuite à la famille SORTIE, la surface opposée
- Blanchissez ces 2 surfaces (n'oubliez pas de rebasculer en DDN => Tetin : GPL !)
- Sélectionnez la famille PAROI, associez lui les 4 surfaces restantes.
- Blanchissez ces 4 surfaces
- Associez toutes les droites à la famille PAROI
- Blanchissez toutes les droites
- Associez tous les points à cette famille
- Déblanchissez tout

NB :

Lors de l'association des droites aux différentes familles, le message ci-contre va apparaître dans la zone de dialogue. DDN => Tetin demande si oui ou non vous souhaitez convertir vos droites ou courbes en « ***b-splines*** » (=courbes polynomiales). Ces b-splines sont le seul type de courbes admis par le mailleur donc tapez « ***y*** ».

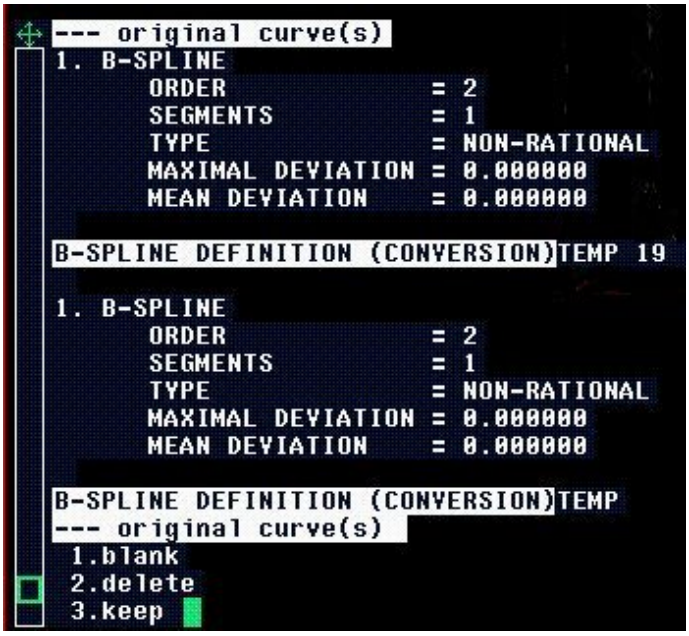


La zone de dialogue correspond alors à la figure ci-contre. Le menu « ***B-spline definition (conversion) temp --- original curve(s)*** » offre la possibilité, lors de la conversion des droites ou courbes en b-splines, de :

- 1. Conserver la courbe initiale en la blanchissant
- 2. Effacer la courbe initiale
- 3. Conserver la courbe initiale

Dans le cas du cube, les droites initiales ne resservent pas donc cliquez sur « ***2. delete*** »

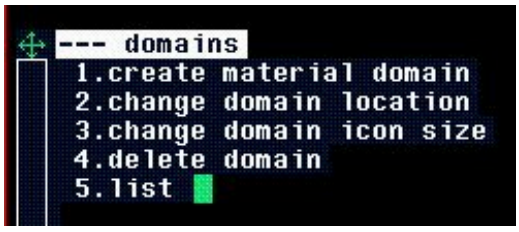
Il n'est pas nécessaire d'associer les points à des familles.



7.4 : Définition du domaine « *FLUID* »

Lors de la création de la géométrie sous DDN, il est obligatoire de créer un point qui n'appartient pas à la géométrie elle-même mais qui est contenu dans le domaine où est le fluide. Ce point va permettre de déterminer quel domaine doit être maillé (intérieur ou extérieur)

- Après être revenu au menu principal de DDN => Tetin (cf. figure 18), cliquez sur « ***domains*** ».
- Dans le menu « ***domains*** », cliquez sur « ***create material domain*** »



- Cliquez sur « ***5. FLUID*** »
- Sélectionnez à la souris le point « domaine » créé sous DDN pour indiquer le domaine contenant le fluide (cf. figure 21)
- Validez

NB :

Pour effectuer des maillages tétraédriques, comme précédemment pour les courbes et les surfaces, il est nécessaire de définir une taille de référence pour les volumes. Après la validation précédente, dans le menu « ***icon size display*** », saisissez cette dimension.

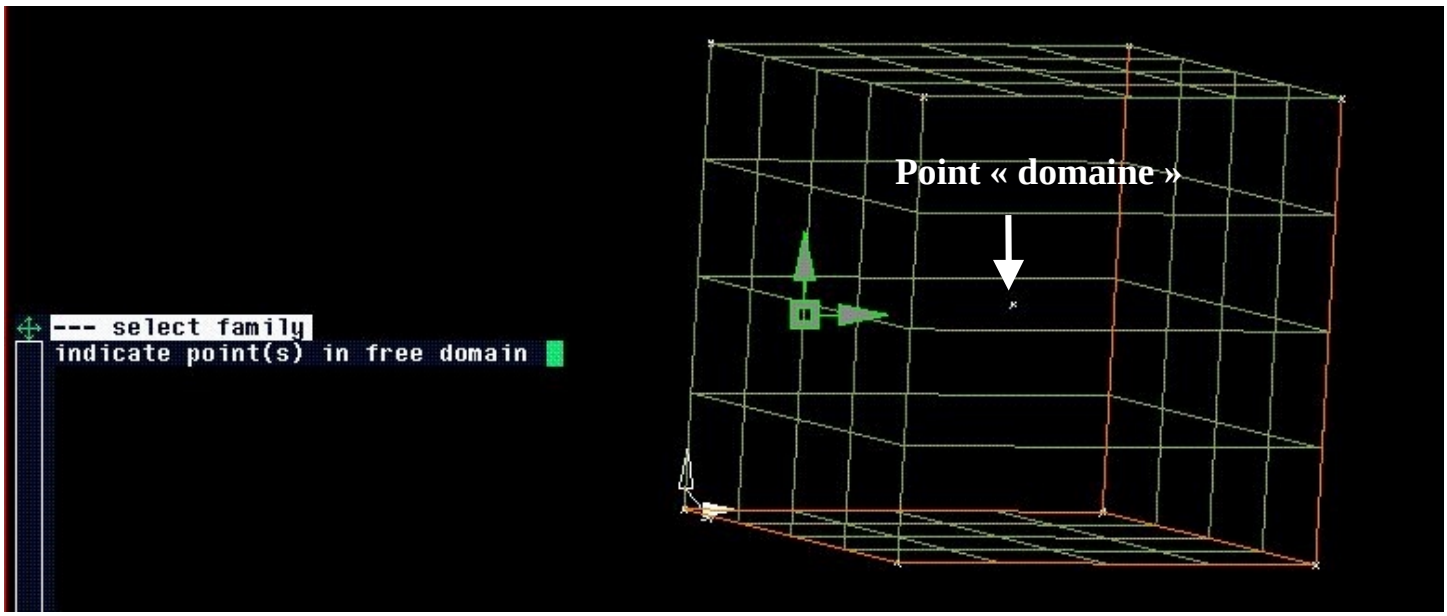


Figure 21: Création du domaine "FLUID"

7.5 : Vérification des associations

En revenant au menu principal de DDN => Tetin, en cliquant sur « ***families*** », puis « ***family - list*** », vous obtiendrez le listing de toutes les associations réalisées (cf. figure 22)

4 family(ies)

name	n.srfs.	n.crvs.	n.p.pt.	n.m.pt.	n.prps.	dft.sz	level
ENTREE	1	0	0	0	0	1	-1
SORTIE	1	0	0	0	0	1	-1
PAROI	4	12	8	0	0	1	-1
FLUID	0	0	0	1	0	1	-1

Figure 22: Listing des associations

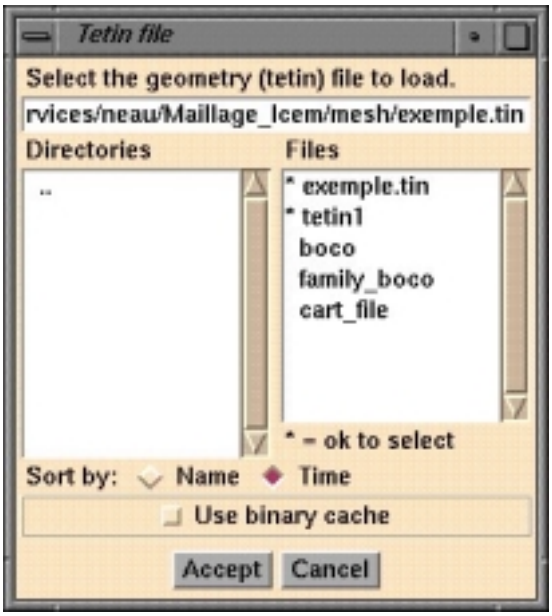
A la famille ENTREE est associée une surface, idem pour SORTIE. A PAROI correspondent 4 surfaces, 12 courbes et 8 points. La famille FLUID est associé au point « domaine ».

7.6 : Sauvegarde

Dans le menu principal de DDN => Tetin, cliquez sur « ***file / exit*** ».

8 : LE MAILLEUR : HEXA

Après être sorti de DDN => Tetin en sauvant la géométrie et les familles, la fenêtre principale d'Icem revient avec par dessus une fenêtre intitulée « ***Tetin file*** ».



Celle-ci permet de sélectionner la géométrie que l'on souhaite mailler (cf. figure 23).

- Cliquez sur « ***exemple.tin*** » puis « ***Accept*** »

Figure 23: Choix de la géométrie à mailler

Les droites et les points de notre cube sont alors visibles comme le montre la figure 24.

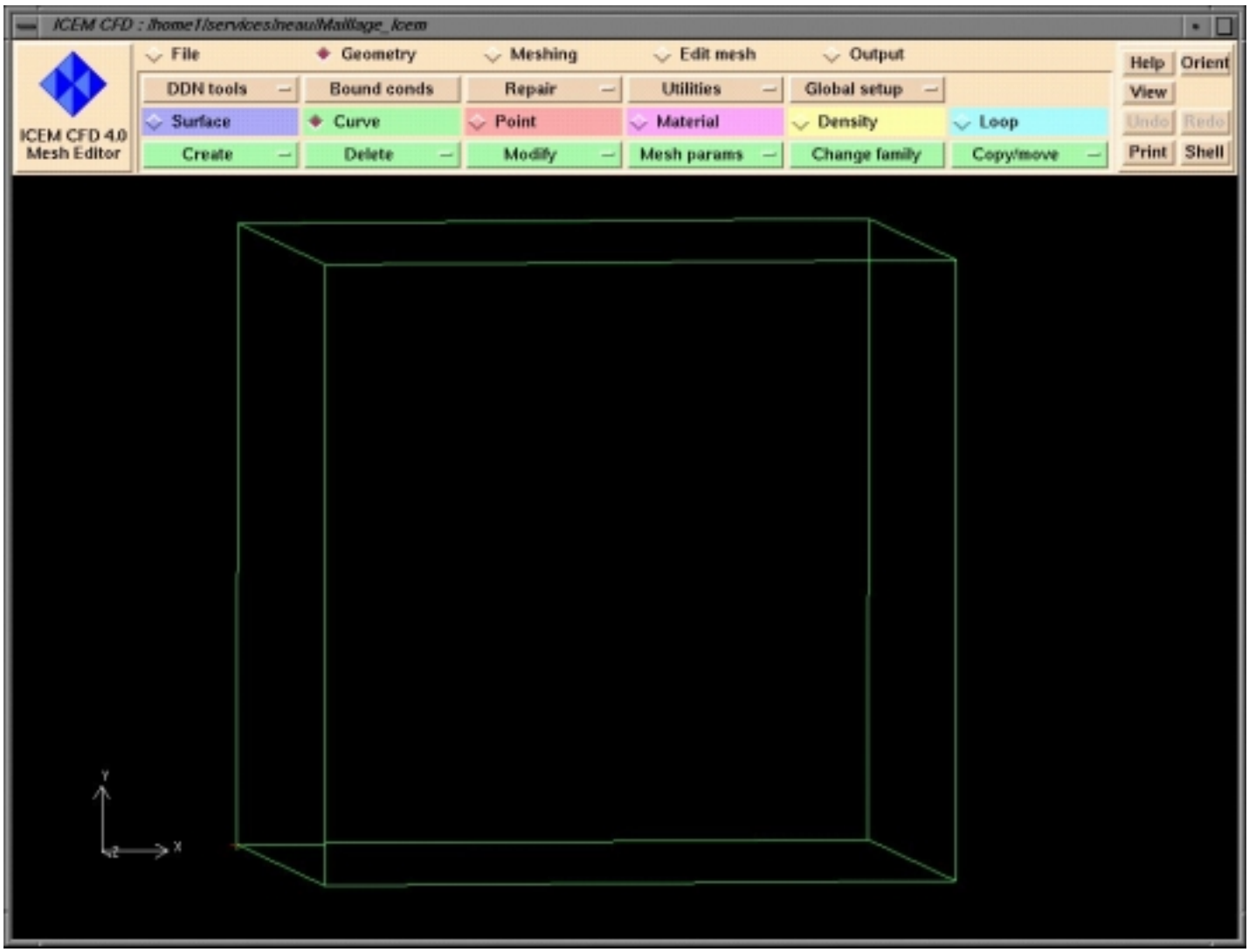


Figure 24: Géométrie prête à mailler

Plusieurs mailleurs sont disponibles sous Icem. Ainsi en cliquant sur le bouton « ***Meshing*** », on voit apparaître tous les mailleurs disponibles : Hexa (cellule élémentaire = hexaèdre), Tetra (cellule élémentaire = tétraèdre), Prism (cellule élémentaire = prisme), …

Ayant décidé de mailler notre cube 3D à l'aide d'hexaèdres, il faut lancer sous Icem le mailleur Hexa (cf. figure 25).

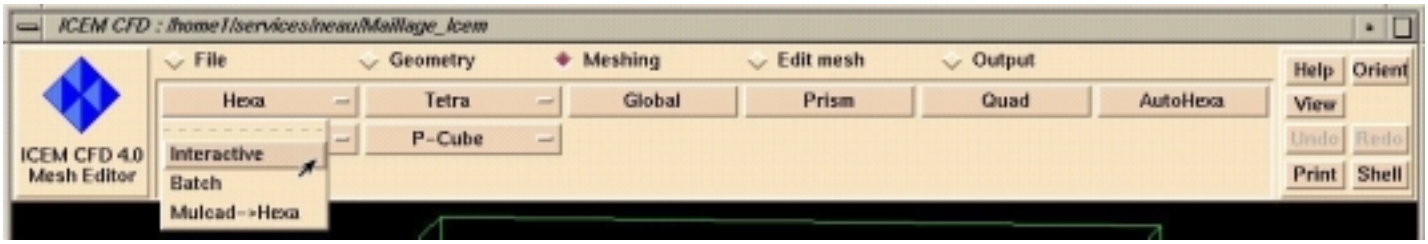


Figure 25: Lancement du mailleur Hexa

Lancer Hexa dans le mode « *Interactive* » permet de suivre la création du maillage pas à pas.

8.1. Blocking

A ce stade, comme le montre la figure 26, Hexa propose de relire un fichier, appelé « ***Blocking file*** » qui contient toutes les informations d'un maillage déjà réalisé (nombre de nœuds par arêtes, type de matériaux, …). Pour un premier maillage, cliquez sur « ***No blocking*** ».

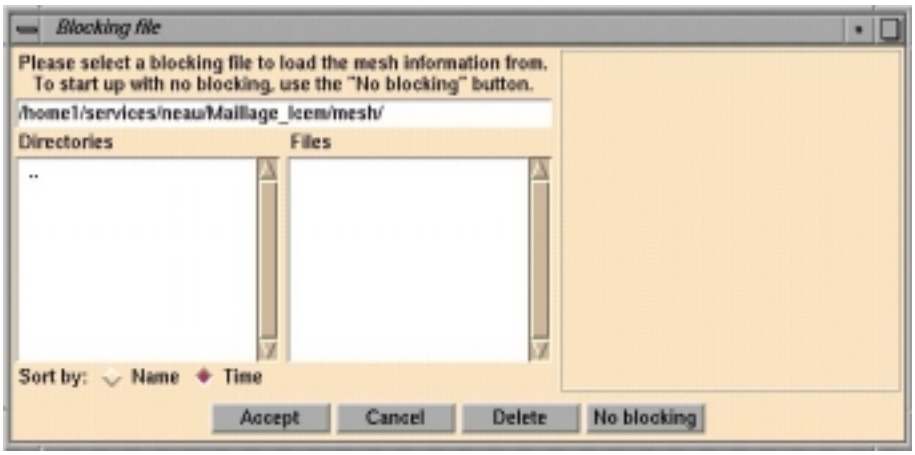


Figure 26: "Blocking"

En affichant les « ***curves*** » et « ***edges*** », vous retrouvez la figure 27.

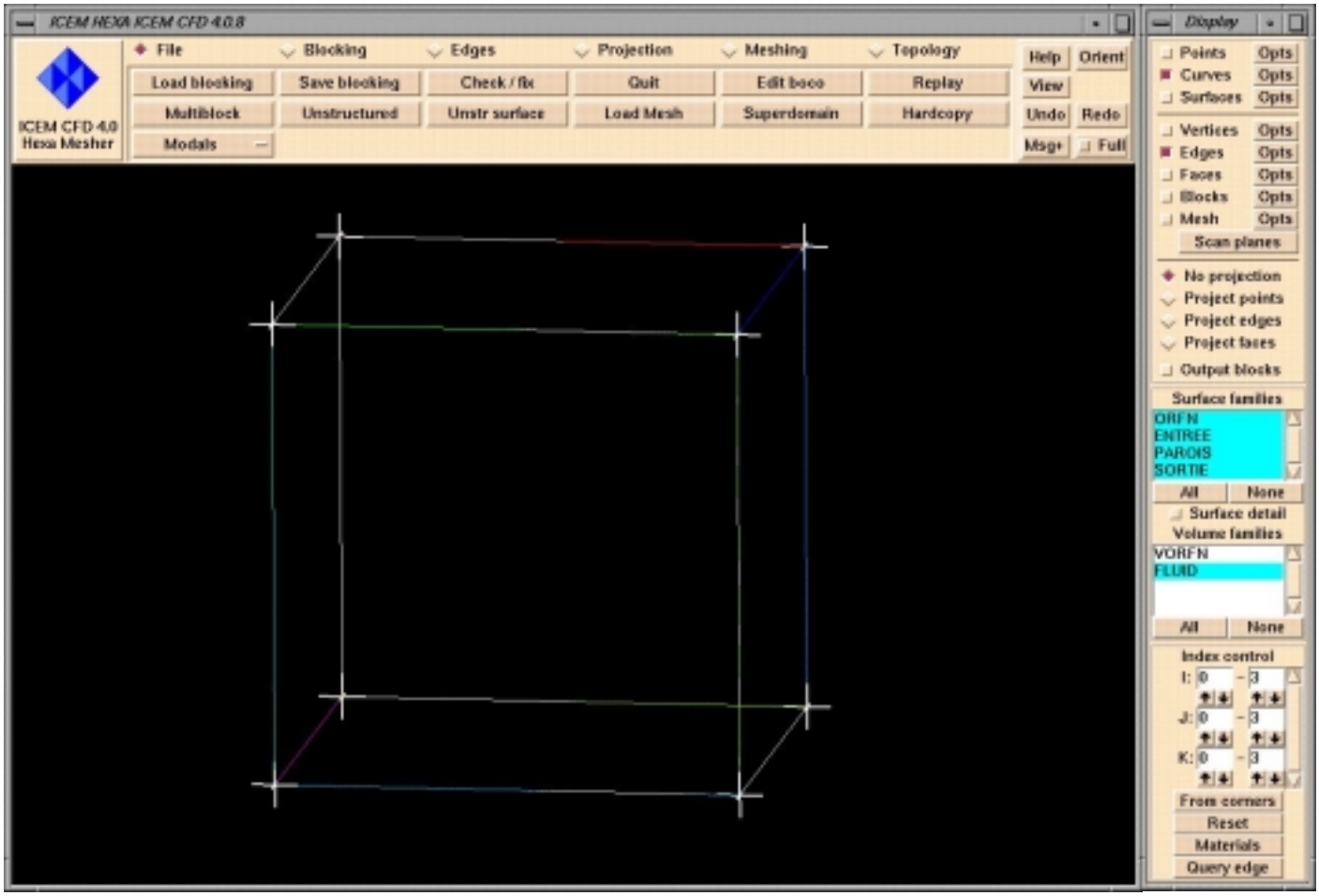


Figure 27: Visualisation des arêtes du cube

Pour le moment il n'existe qu'un seul bloc (unité de maillage) incluant toute la géométrie. Dans le cas du cube, ce bloc correspond à la géométrie donc il n'y a rien de plus à faire.

Pour une géométrie plus complexe, pour que le maillage suive la géométrie et vienne s'appuyer sur les courbes délimitant les surfaces, il faut découper ce bloc unique en sous-blocs. Pour ce faire, dans le menu « ***Blocking*** », il faut utiliser le bouton « ***Split*** ».

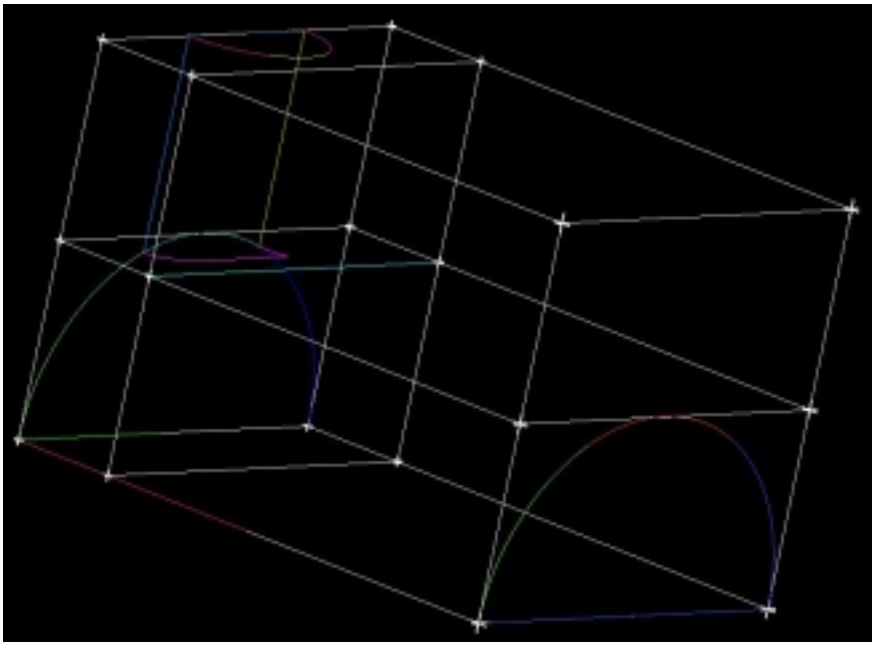


Figure 28: Exemple de "blocking" à 4 blocs

8.2. Association blocs / matériaux

La répartition en sous-blocs ainsi faite, il faut attribuer aux différents blocs un matériau (i.e. un domaine sous DDN => Tetin). Pour ce faire, il faut utiliser le bouton « ***material*** » en choisissant « ***select block*** » (cf. figure 28).

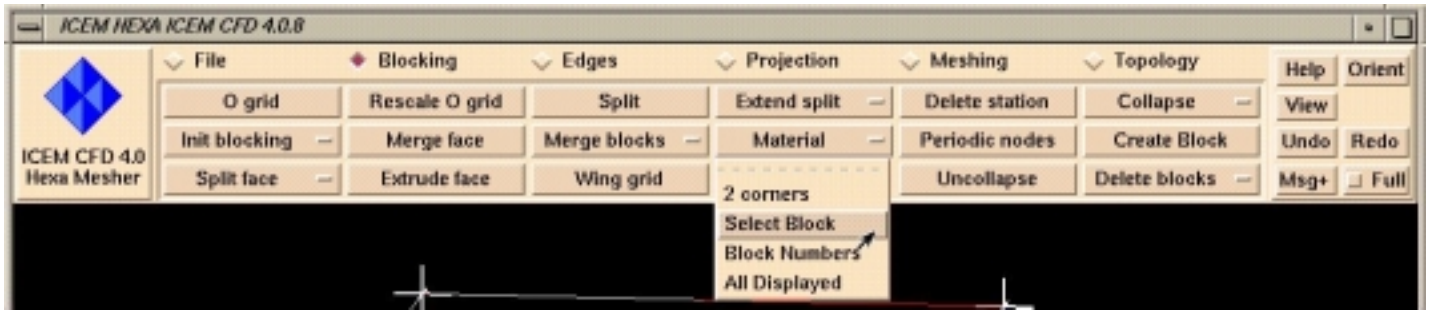


Figure 29: Association blocs / matériaux

Dans le cas du cube, nous avons créé un seul domaine appelé : « ***FLUID*** ». En plus de celui-ci, il existe toujours un domaine « ***VORFN*** » qui correspond au volume orphelin (volume à ne pas mailler). Il faut donc cliquer sur le bloc puis sélectionner « ***FLUID*** » dans la fenêtre « ***Selection*** » (cf. figure 30).

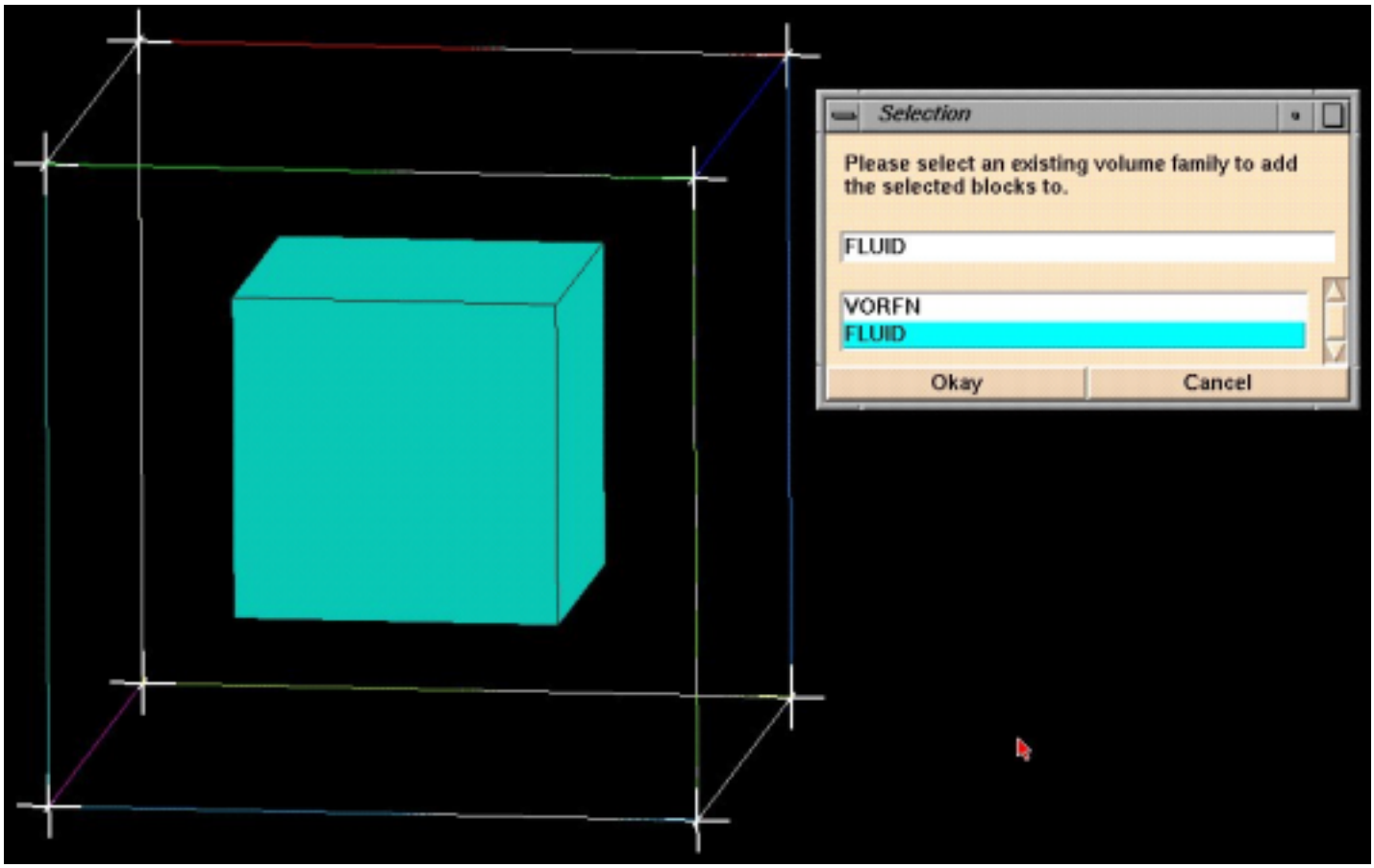


Figure 30: Domaine de type "FLUID"

Pour des géométries plus complexes, après avoir réalisé les associations, les blocs correspondant au volume orphelin disparaissent de l'affichage, et l'on obtient alors une représentation du type de celle de la figure 31.

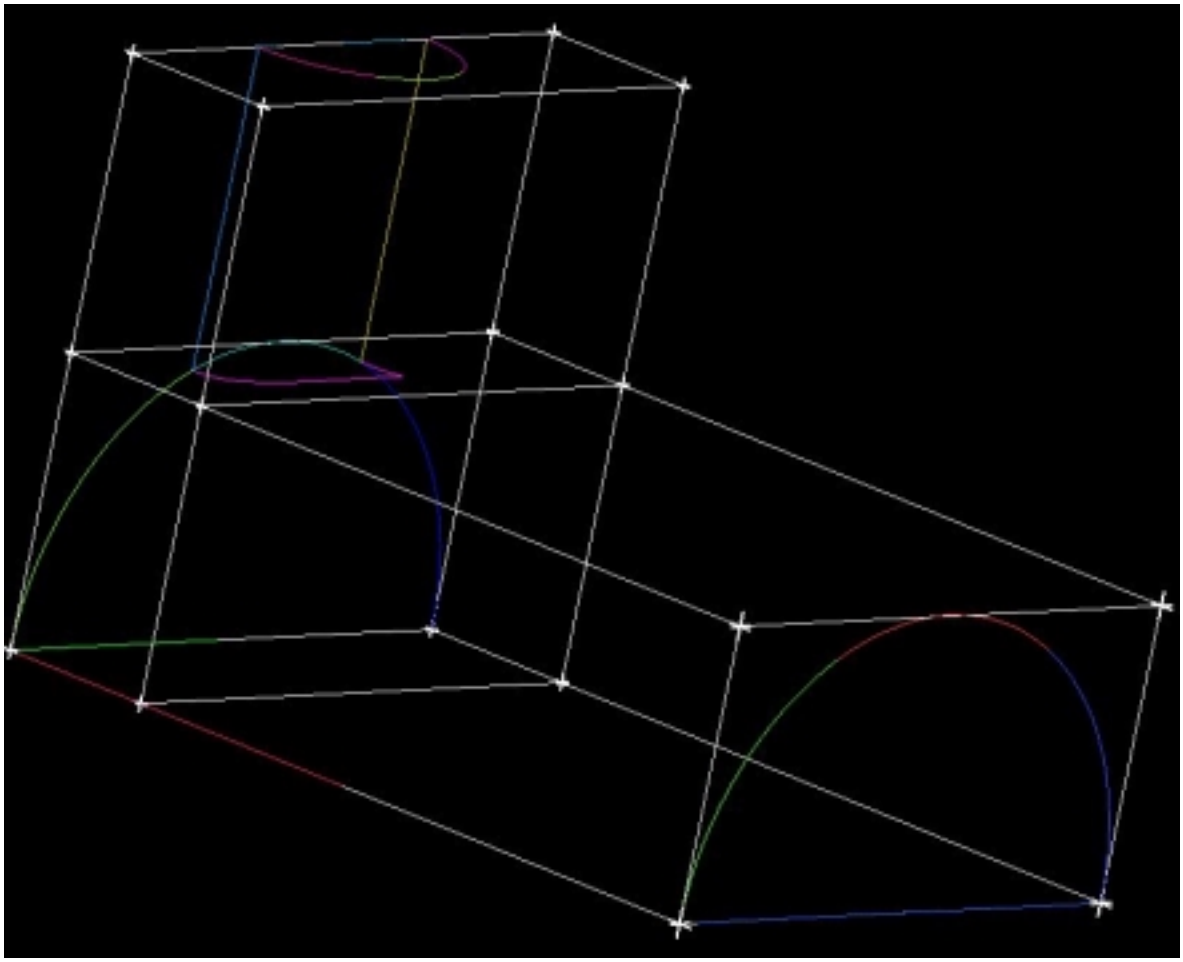


Figure 31: Exemple de volume orphelin

En 2D, chacun des sous-blocs est délimité par 4 droites qu'il faut projeter sur les lignes de la géométrie pour que le maillage s'appuie sur la géométrie. En 3D, le principe est le même mais chaque sous-bloc est délimité par 12 droites.

8.3. Projection des droites des blocs sur les lignes de la géométrie

Dans le menu « ***Projection*** », le bouton « ***Edges to curves*** » permet de projeter les droites des blocs sur les lignes de la géométrie.

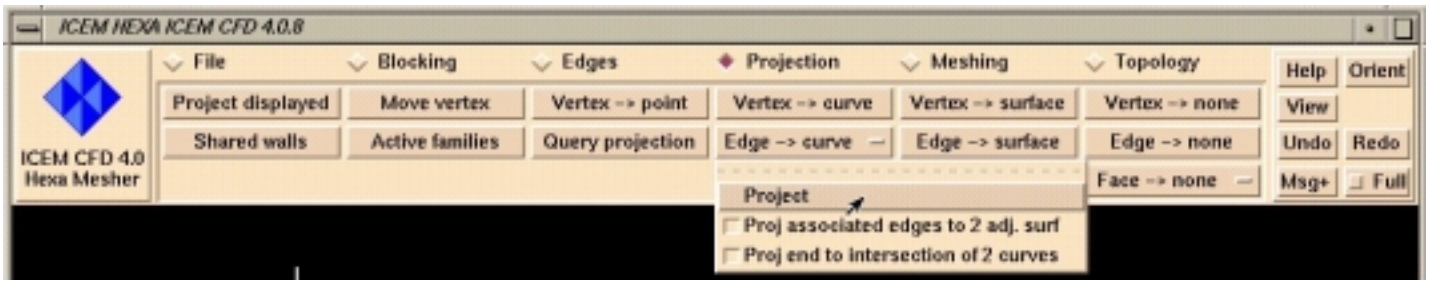


Figure 32: Projection des droites sur les courbes

Compte tenu de la simplicité de la géométrie du cube, cette étape de projection n'est pas utile dans ce cas. Cependant dans tous les autres cas, elle est indispensable pour définir quelle droite doit être projetée sur quelle courbe.

Lorsqu'une droite est projetée sur une courbe, celle-ci devient verte.

Il est possible d'ajuster l'affichage de façon à faire apparaître ces projections sous forme de flèches.

Lorsque qu'une ligne de la géométrie ne correspond à rien de réel, qu'il ne s'agit que d'un interne servant uniquement du support pour créer une surface, il ne faut pas (dans la mesure du possible) effectuer la projection. Celle-ci sera faite automatiquement.

8.4. Déplacement des sommets

A ce stade, on dispose d'un découpage par blocs dont les frontières sont projetées sur les lignes de la géométrie. Les sommets des blocs (croix vertes) ne coïncident pas toujours aux intersections des lignes de la géométrie.

Dans le menu « ***Projection*** », le bouton « ***Move Vertex*** » permet de déplacer les sommets (cf. figure 33) et donc de placer les sommets sur les intersections des lignes.

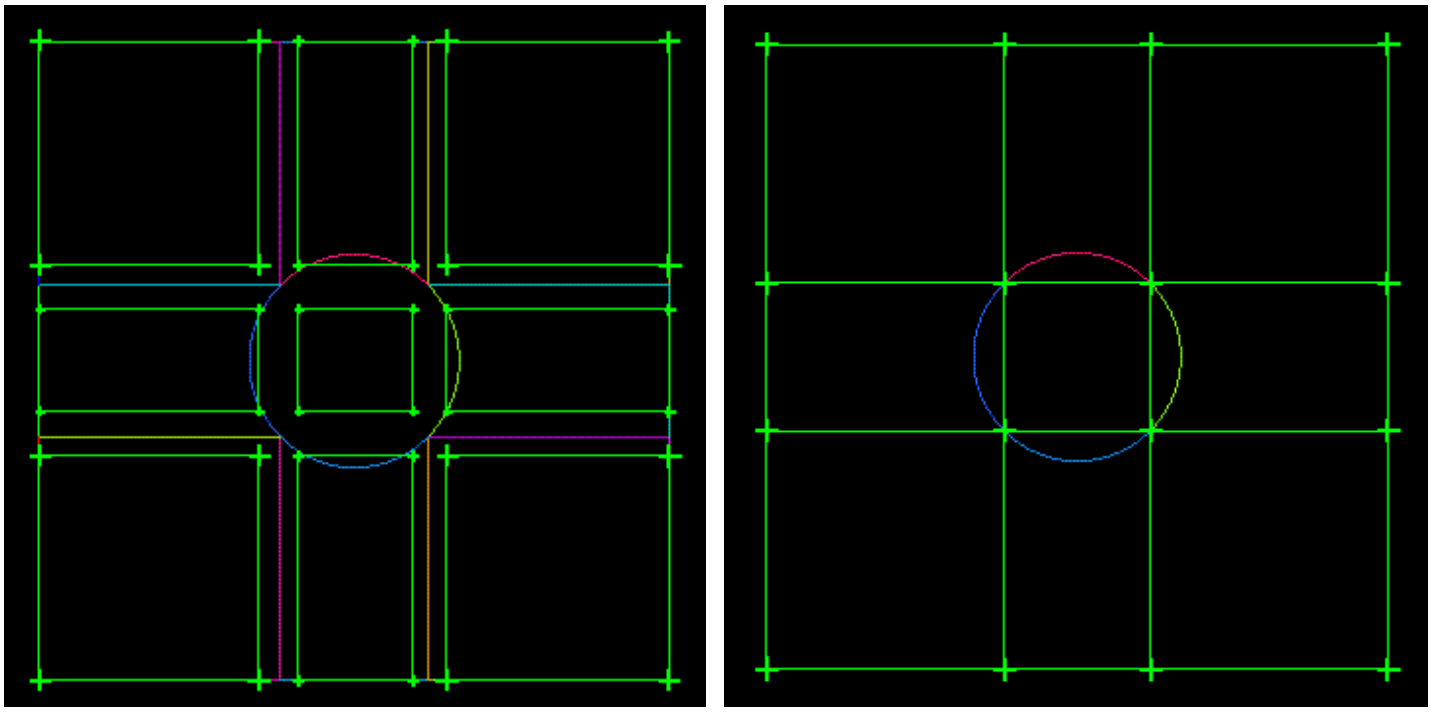


Figure 33: Exemple de déplacement des "vertex" pour un maillage 2D

8.5. Paramétrisation du maillage

La structure du futur maillage est créée mais il reste à définir ses paramètres : taille des mailles, répartition des nœuds, … Ceci peut être fait soit ligne par ligne (menu « ***Meshing*** », sous-menu « ***Edge params*** »), soit globalement pour tout le maillage. Nous allons détailler cette dernière méthode qui est beaucoup plus rapide.

Dans le menu « ***Meshing*** », sélectionnez « ***Curve params*** ». Une fenêtre intitulée ***« Mesh parameters*** » semblable à celle de la figure 34 apparaît.

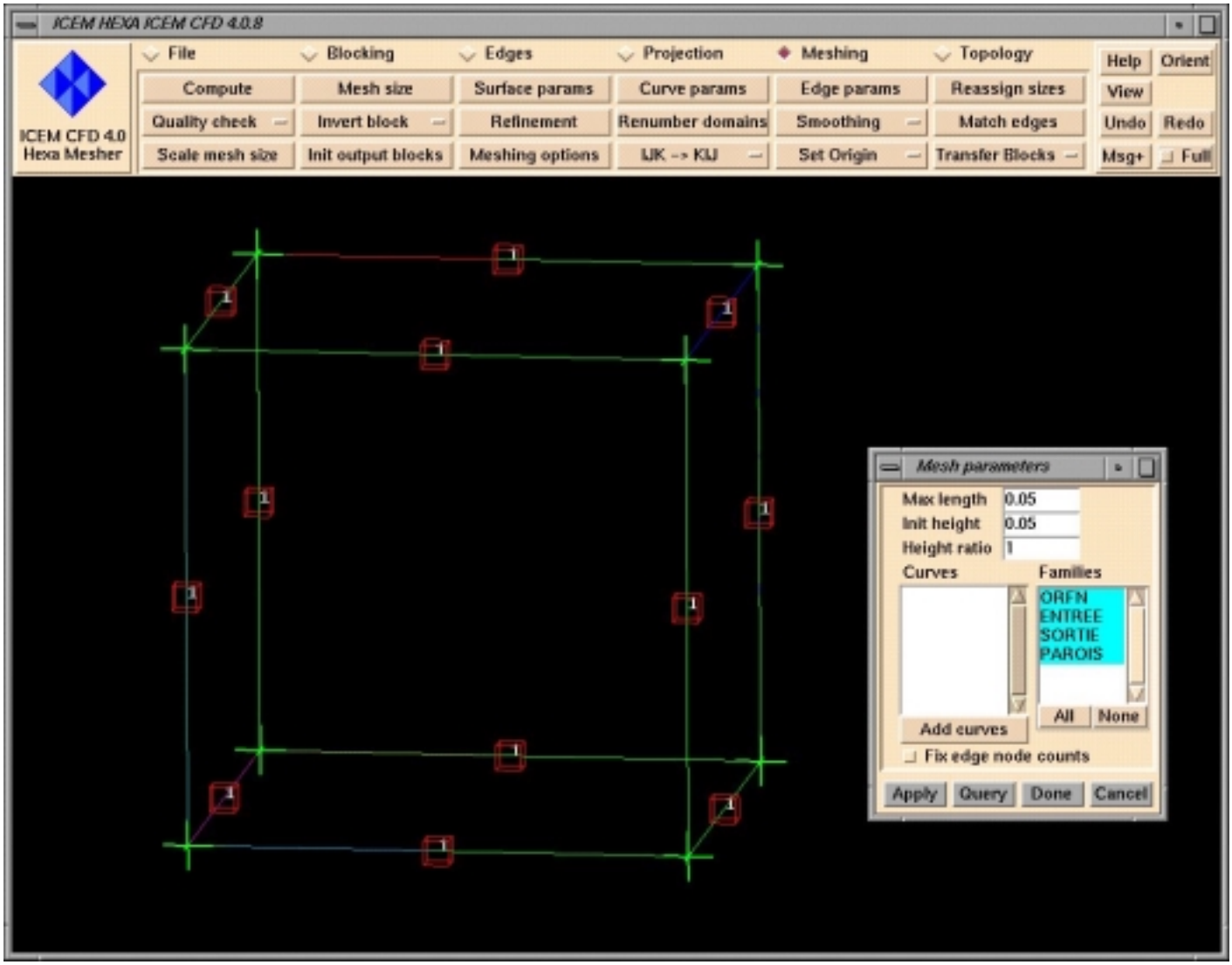


Figure 34: Paramétrisation du maillage

Cette fenêtre permet de déterminer pour une ou plusieurs familles les paramètres du maillage : largeur maximum d'une cellule, hauteur maximum, ratio. Dans l'exemple ci-dessus, largeur et hauteur sont fixées à 0.015m pour toutes les familles (cliquez sur « ***All*** »).

Ce choix est validé en cliquant sur « ***Apply*** » puis « ***Done*** ».
Le maillage est ainsi totalement défini.

8.6. Création du maillage

Dans le menu « ***Display*** », cliquez sur « ***Mesh*** ». Vous obtenez un maillage sans les projections. En activant l'option « ***Project edges*** » dans la fenêtre « ***Display*** », le maillage final apparaît. En utilisant le bouton « Scan plane », il est possible d'analyser plan à plan le maillage (cf. figure 35).

Ce maillage est celui que l'on peut obtenir le plus simplement avec Icem.

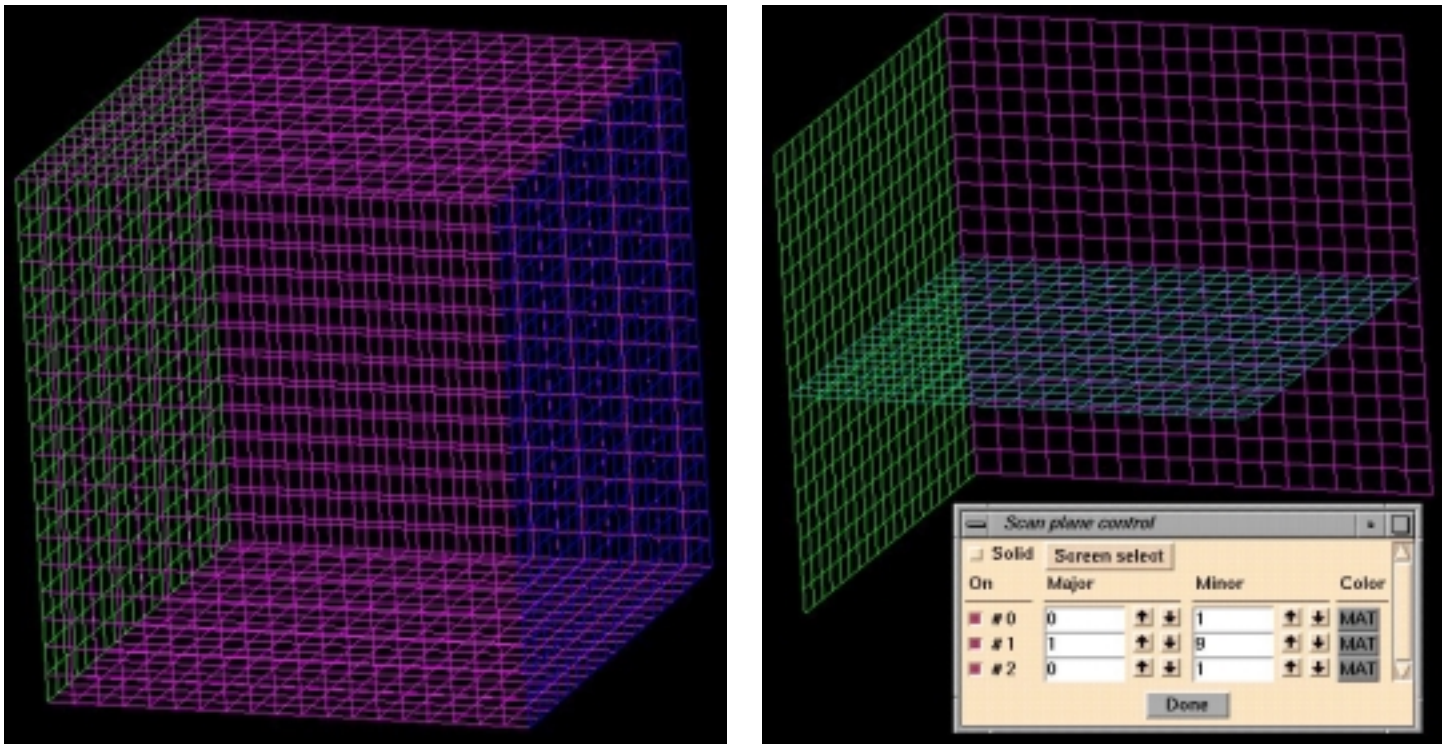


Figure 35: Visualisation du maillage

NB :

Pour des maillages plus complexes, il est important de vérifier la qualité du maillage et le cas échéant de l'optimiser. Icem dispose d'un certain nombre d'outils de diagnostic (estimation de la qualité (déterminant, …)) et d'optimisation (smooth, coarsen, …)

Le but de cette notice n'étant pas l'optimisation d'un maillage, vous pouvez vous référer à la documentation en ligne d'Icem.

8.7. Sauvegarde du maillage

L'étape de maillage par elle-même est donc finie. Il ne reste plus qu'à sauvegarder le maillage.

Pour ce faire, dans la fenêtre principale d'Hexa, menu « ***File*** » (cf. figure 27) :

- à l'aide du bouton « ***Modals*** », sélectionnez le type de maillage (structuré, non structuré)
- pour un maillage structuré mono ou multi-blocs, cliquez sur le bouton « ***Multiblock*** »
- pour un maillage non-structuré, cliquez sur le bouton « ***Unstructured*** » pour sauver le maillage volumique ou sur « ***Unstr surface*** » pour sauver le maillage surfacique.

Tout maillage structuré peut être sauvé en tant que non structuré.

Dans le cas du cube, choisissez par exemple « ***Unstructured*** » (cf. figure 36).

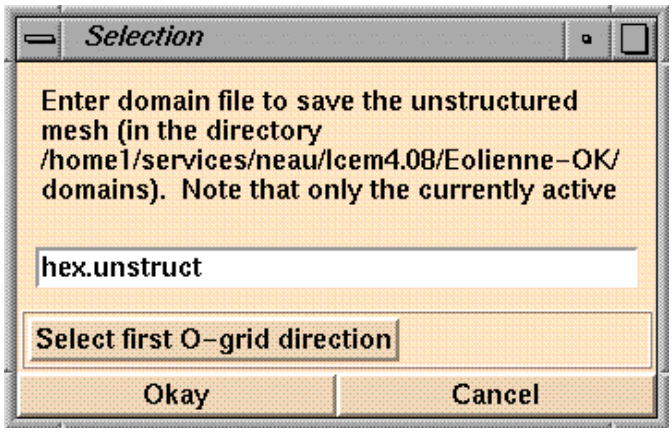

Selection
Enter domain file to save the unstructured mesh (in the directory /home1/services/neau/Icem4.08/Eolienne-OK/ domains). Note that only the currently active
hex.unstruct
Select first O-grid direction
Okay
Cancel

Figure 36: Sauvegarde d'un maillage non structuré

Le maillage est ainsi sauvé et pourra être exploité par ICEM qui va l'exporté vers le solveur de votre choix.

Dans la fenêtre principale d'Hexa, le bouton « ***Save blocking*** » permet de sauvegarder tous les paramètres du maillage (découpage par blocs, association ligne-courbe, déplacement de nœuds, taille des mailles, …).
En sauvegardant ainsi les paramètres (cf. figure 37), il est possible de réexécuter automatiquement le maillage sans refaire les étapes intermédiaires.

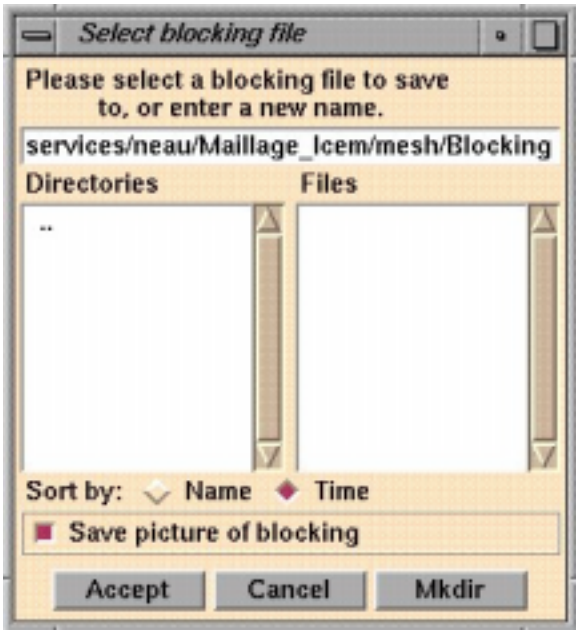


Figure 37: Sauvegarde des paramètres

Il ne reste plus qu'à quitter Hexa.

9. EXPORTATION DU MAILLAGE VERS FLUENT

9.1. Retour sous Icem

Dès que l'on quitte Hexa, on retrouve la fenêtre principale d'Icem, avec une fenêtre « ***Selection*** » qui permet de choisir le domaine à charger (domaine = maillage).

Dans l'exemple de la figure 38, le maillage a été sauvé sous Hexa de 3 façons : structuré multibloc (« ***Multiblock (9 domains)*** »), non-structuré surfacique (« ***quad.unstruct*** ») et non-structuré volumique (« ***hex.unstruct*** »). Ici, je choisis le non-structuré volumique et je ne charge que la surface (« ***Load surface*** »).

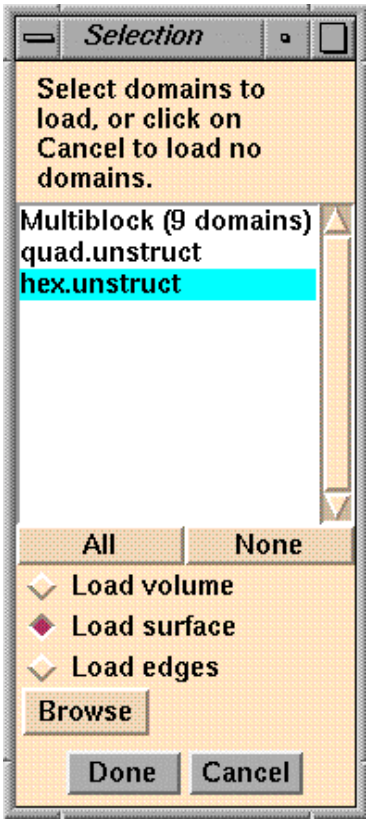
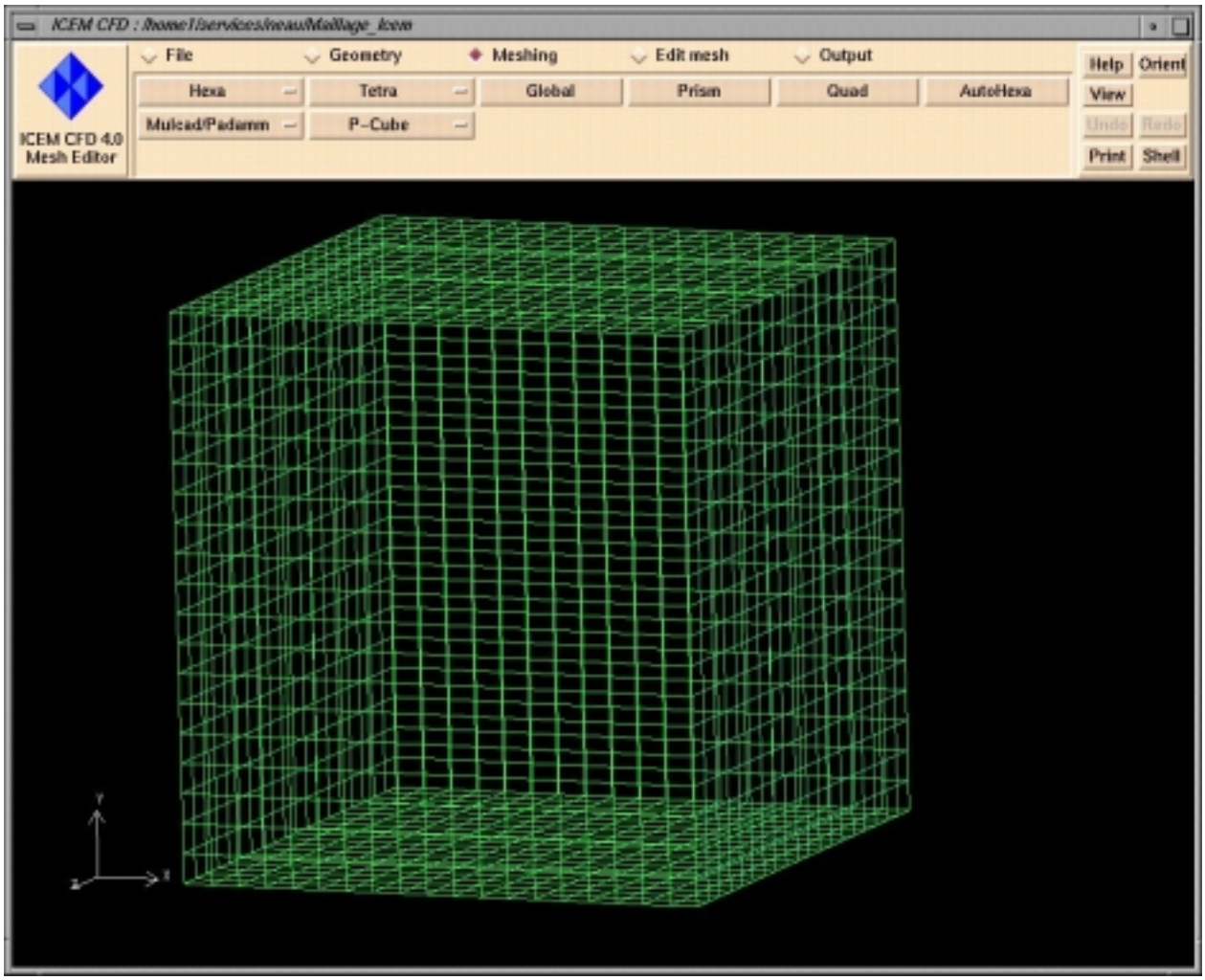


Figure 38: Fenêtre "Selection"

Pour le cube sélectionnez « ***hex.unstruct*** » et chargé tout le volume :« ***Load volume*** » (cf. figure 39).

Figure 39: Visualisation du maillage sous Icem



9.2. Choix du solveur

Le maillage est visible par Icem. Il peut être à nouveau optimisé via le menu « ***Edit Mesh*** ».

En cliquant sur le bouton « ***Output*** », les menus présentés dans la figure 40 apparaissent.

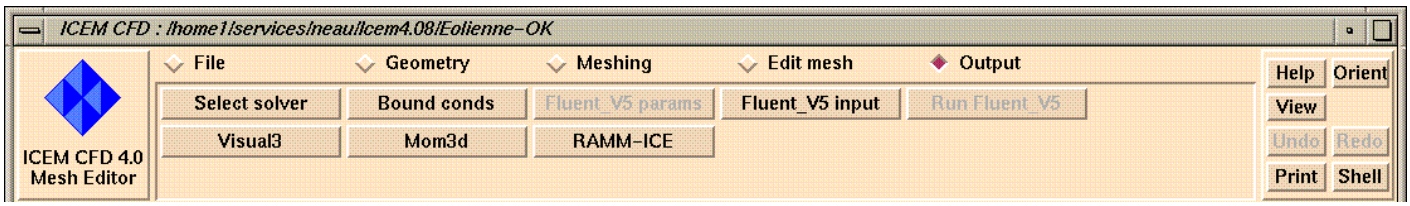


Figure 40: Menu "***Output***"

C'est à ce stade que l'on définit le solveur qui va utilisé le maillage ainsi créé. Ce choix induit un interfaçage qui adapte le format d'écriture et les conditions aux limites au solveur.

Ainsi en cliquant sur le bouton « ***Select solveur*** », une nouvelle fenêtre « ***Selection*** » apparaît (cf. figure 41).

Il suffit de choisir le solveur souhaité.

Dans notre cas, nous choisissons : Fluent_V5.

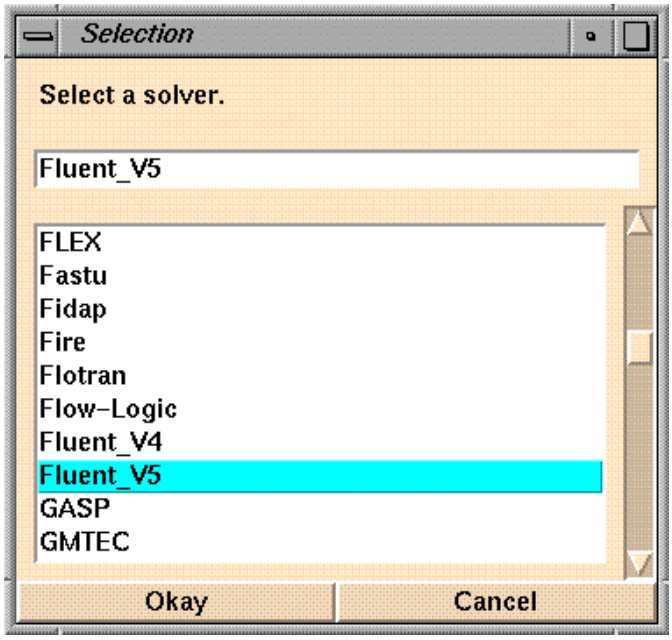


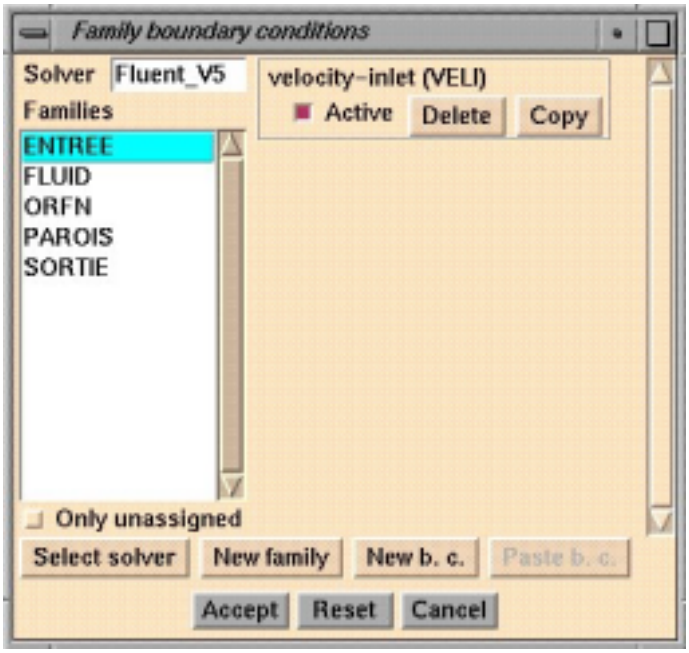
Figure 41: Choix du solveur

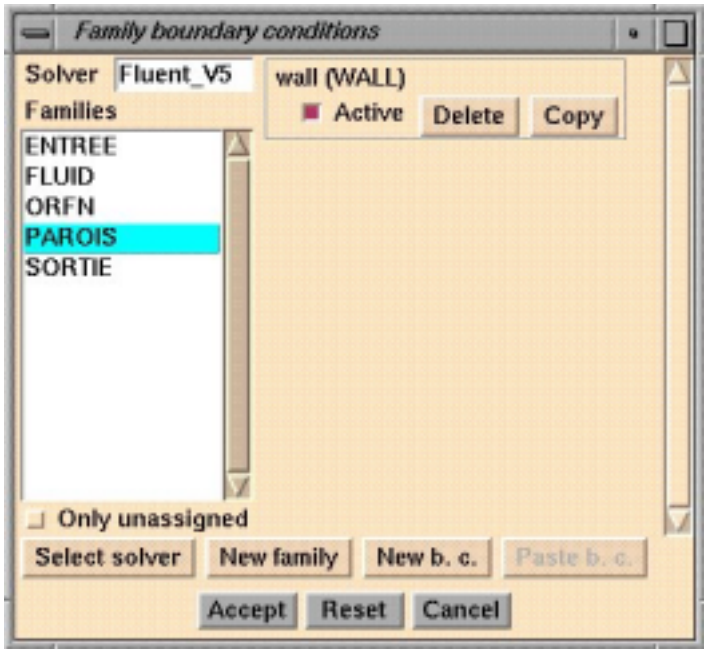
9.3. Définition des conditions aux limites

Le solveur étant connu, il faut maintenant déterminer les différentes conditions aux limites. Pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton « ***Bound conds*** » de la figure 40.

Dans la fenêtre « ***Family boudary conditions*** » (cf. figures 42), la liste des familles apparaît. Après avoir sélectionné une famille, cliquer sur « ***New b. c.*** » permet d'accéder à la liste des conditions aux limites disponibles.

S'il existe des internes ne correspondant à rien de réel, il faut leur associer comme conditions aux limites : « ***Interior*** »





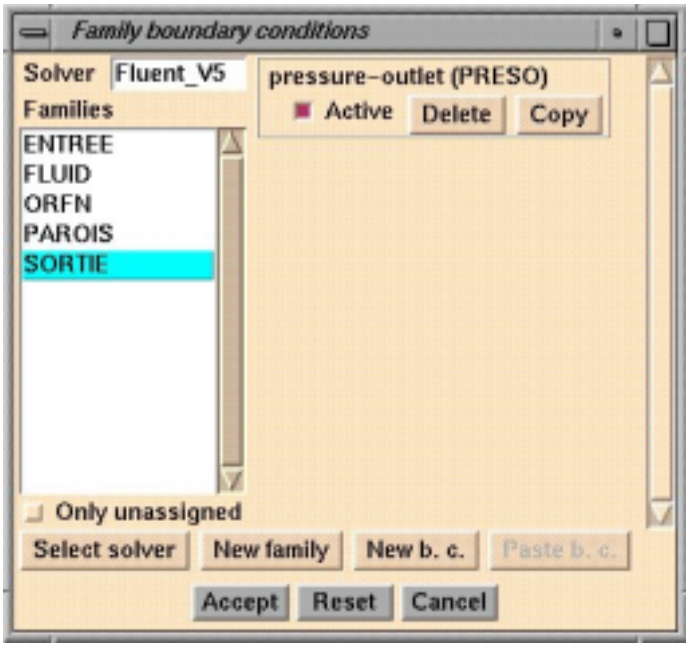


Figure 42: Détermination des conditions aux limites

Pour le cas du cube, cela revient à imposer :

- pour l'entrée : une condition de vitesse imposée
- pour la sortie : une condition de pression imposée
- pour les parois : une conditions de paroi

Pour les autres familles, il n'y a rien à déclarer.

Toutes ces conditions aux limites seront reconnues par Fluent.

9.4. Sauvegarde au format Fluent

Pour une raison inconnue, il faut sortir d'Icem et le relancer pour que les conditions aux limites soient prises en compte. Donc, « ***File*** », « ***Quit*** », on sauvegarde tout. Puis « ***icemcfd*** », et on recharge le même cas.

Tout est ainsi défini (géométrie, maillage, CL). Il ne reste plus qu'à sauver l'ensemble au format Fluent. Dans la fenêtre principale d'Icem, cliquez sur le bouton « ***Fluent_V5 input*** ». Dans la fenêtre « ***Domain selection*** », choisissez « ***hex.unstruct*** » (cf. figure 43).

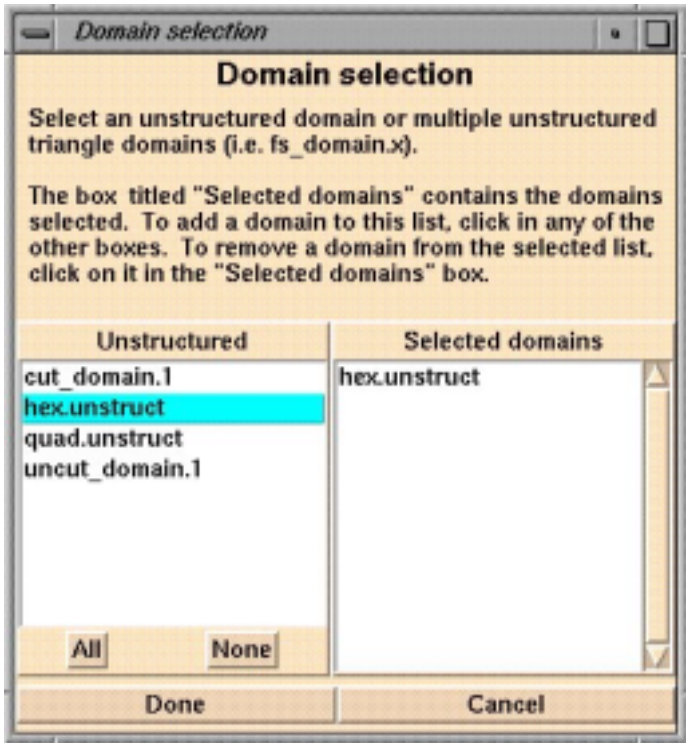

Domain selection
Domain selection
Select an unstructured domain or multiple unstructured triangle domains (i.e. fs_domain.x).
The box titled "Selected domains" contains the domains selected. To add a domain to this list, click in any of the other boxes. To remove a domain from the selected list, click on it in the "Selected domains" box.
Unstructured
Selected domains
cut_domain.1
hex.unstruct
quad.unstruct
uncut_domain.1
hex.unstruct
All
None
Done
Cancel

Figure 43: Choix du domaine

Une dernière fenêtre (cf. figure 44) permet de choisir le nombre de dimension du maillage (ici 3D), ainsi que les noms des fichiers sauvegardés.

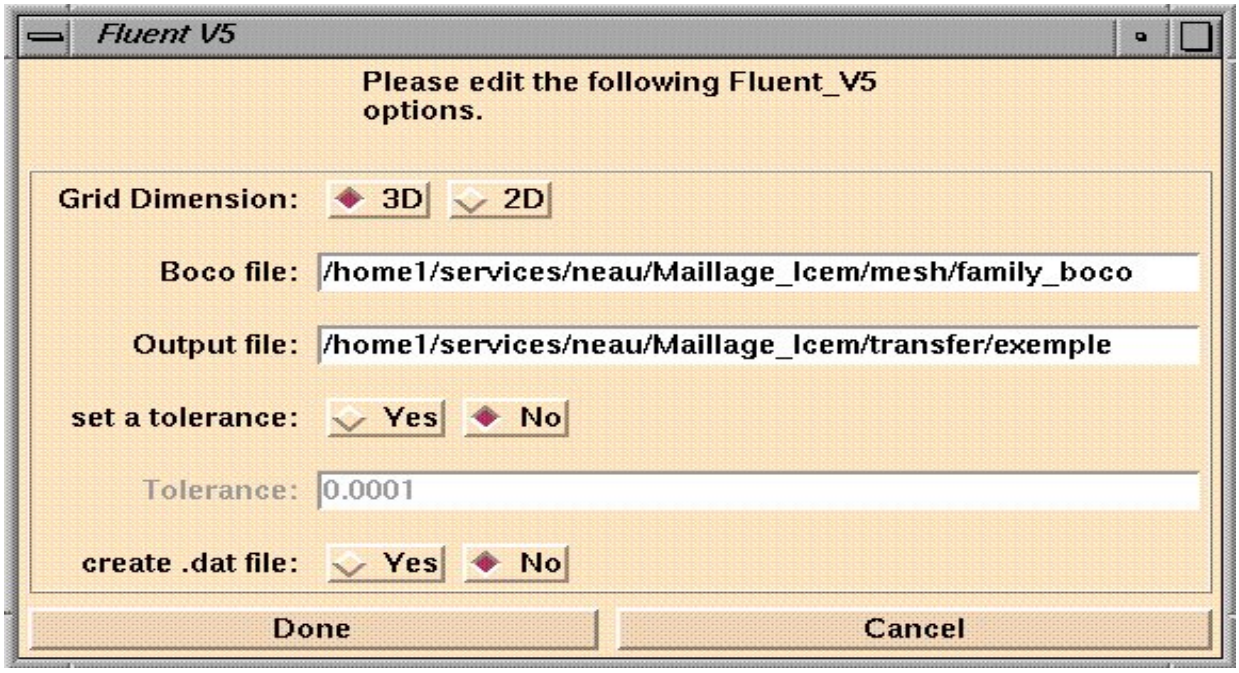


Figure 44: Sauvegarde au format Fluent V5

10. UTILISATION DU MAILLAGE SOUS FLUENT V5

Le maillage généré par Icem au format Fluent V5 se trouve donc dans le sous-répertoire **transfer** sous le nom **exemple.msh**.

Pour utiliser ce fichier avec Fluent, lancez Fluent : **fluent 2d &.**

Dans le menu « ***File*** », sélectionnez « ***Read*** », « ***Case*** » puis « ***exemple.msh*** ».

Lors de la lecture du maillage, Fluent affiche un certain nombre de messages semblables à ceux présentés sur la figure 45 (exemple du maillage 2D d'une éolienne).

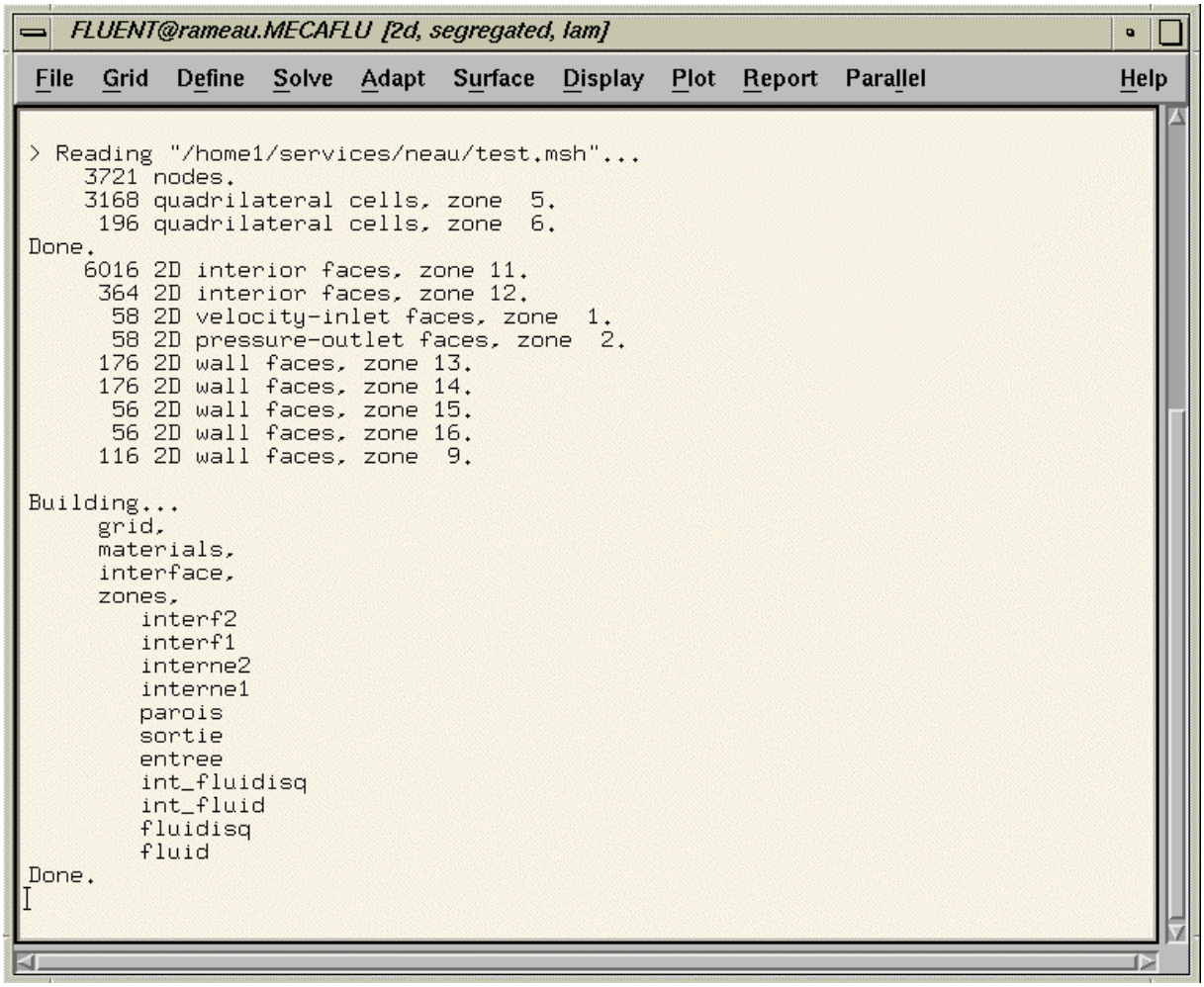
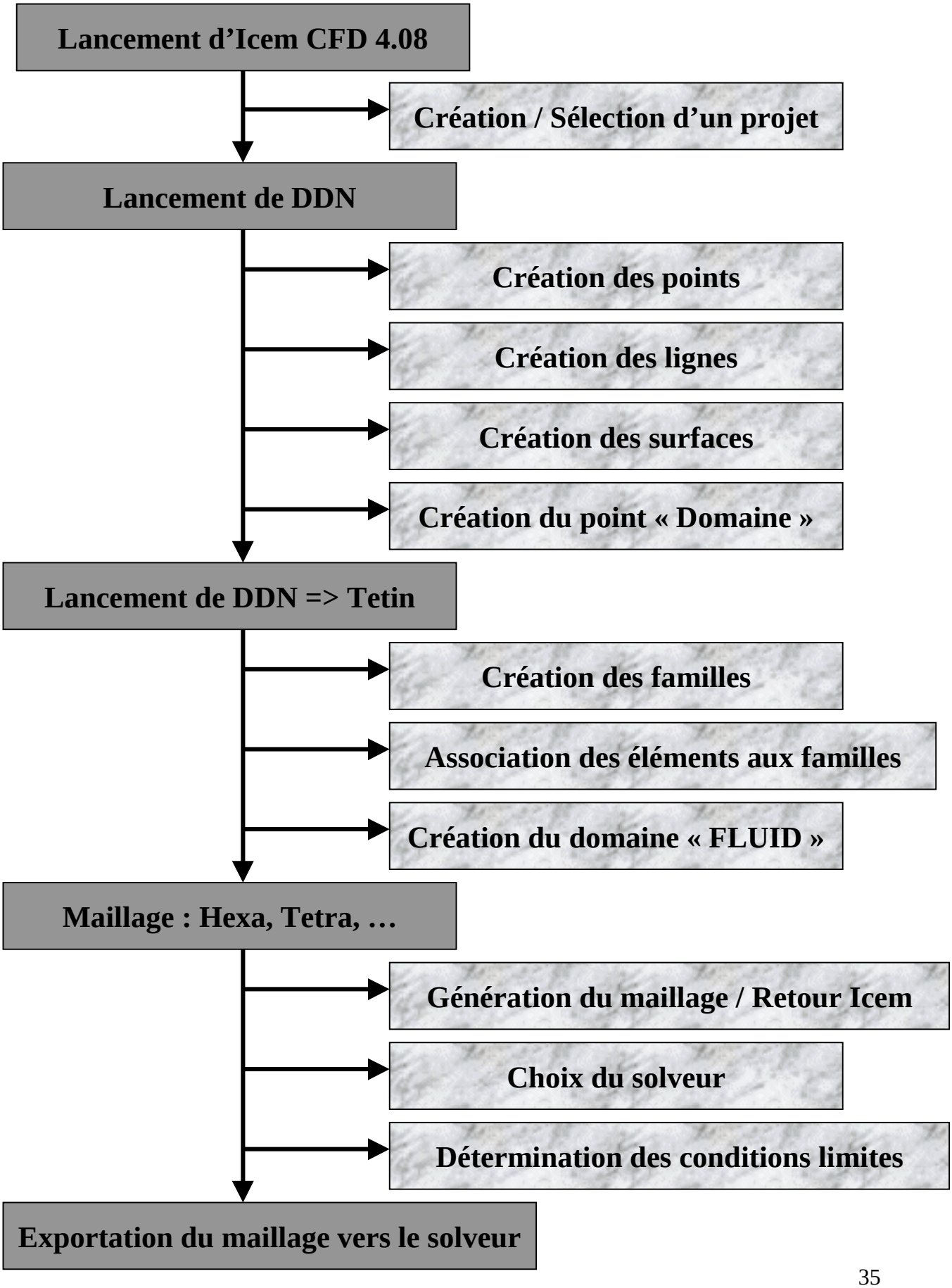


Figure 45: Lecture du maillage de l'éolienne sous Fluent

RESUME


Lancement d'Icem CFD 4.08
Création / Sélection d'un projet
Lancement de DDN
Création des points
Création des lignes
Création des surfaces
Création du point « Domaine »
Lancement de DDN => Tetin
Création des familles
Association des éléments aux familles
Création du domaine « FLUID »
Maillage : Hexa, Tetra, …
Génération du maillage / Retour Icem
Choix du solveur
Détermination des conditions limites
Exportation du maillage vers le solveur